

# Migratie van de grote stern *Stern sandvicensis* in Denemarken en Nederland

A. Brenninkmeijer & E.W.M. Stienen

IBN-rapport 302

942719

Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO)  
Wageningen

IBN - DLO  
Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek  
Postbus 167  
1790 AD DEN BURG - TEXEL

ISSN: 0928-6888  
1997

IBN-DLO  
Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek  
Afdeling B.A.  
Postbus 23  
6700 AA WAGENINGEN

IBN-RAPPORT

Project: RAM

Opdrachtnummer: 22961670

Projectbegeleiding: J.H.M. Schobben (Rijksinstituut voor Kust en Zee, RIKZ, van Rijkswaterstaat).

Dit rapport is tot stand gekomen in opdracht van RIKZ van Rijkswaterstaat.

## INHOUD

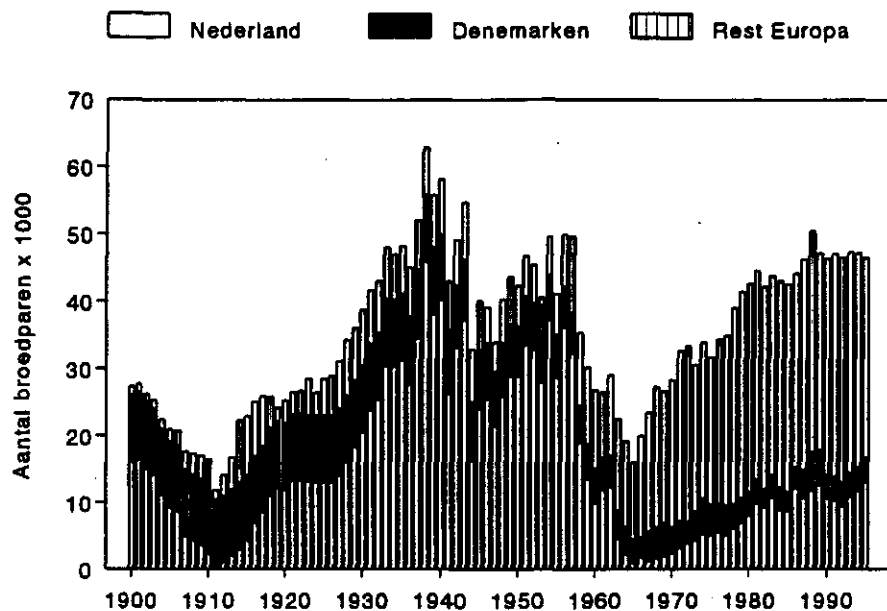
1	INLEIDING	5
2	MATERIAAL en METHODE	9
3	RESULTATEN	15
3.1	Populatie-samenstelling	15
3.2	Emigratie-afstand	17
3.3	Emigratie	18
3.4	Immigratie	23
3.5	Mortaliteit	27
4	DISCUSSIE	35
4.1	Populatie-samenstelling	35
4.2	Emigratie-afstand	35
4.3	Migratie	36
4.4	Mortaliteit	37
4.5	Populatie-dynamiek	38
5	CONCLUSIES	39
6	AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK	41
	DANKWOORD	42
	SAMENVATTING	43
	SUMMARY	44
	LITERATUUR	45
	Bijlagen	48

---

## 1 INLEIDING

### Populatie-verloop

Het verloop van het aantal broedparen van de West-Palearctische grote stern *Sterna sandvicensis* in West-Europa vertoont grote fluctuaties in de loop van de twintigste eeuw (fig. 1, bijlage 1). Helaas zijn de tellingen in de eerste helft van deze eeuw niet allemaal even nauwkeurig uitgevoerd en opgeschreven. Vandaar dat de gevonden aantallen in deze periode noodgedwongen gebaseerd zijn op een mengeling van betrouwbare gegevens, interpolaties, grove schattingen en interpretaties van vage beschrijvingen. Een beter aantalsverloop is echter niet te geven.



*Figuur 1. Het verloop van het aantal broedparen van de West-Palearctische grote stern. Door een analyse van oude en nieuwe gegevens wijkt deze figuur enigszins af van die in Brenninkmeijer & Stienen 1992 (Brouwer et al. 1950, Nehls 1969, Dunn 1972, Rooth 1980, Henry & Monnat 1981, Møller 1981, Glutz von Blotzheim & Bauer 1982, Cramp 1985, Maout 1990, Hälterlein & Behm-Berkelmann 1991, Hansohn 1991, Lloyd et al. 1991, Orbie 1991, Walsh et al. 1991, Brenninkmeijer & Stienen 1992, Brenninkmeijer et al. 1996, Derks & de Kraker 1997).*

Drie perioden van menselijk ingrijpen veroorzaakten telkens een ineenstorting van de populatie. De achteruitgang in het begin van de twintigste eeuw is veroorzaakt door de jacht - de sternenvoren werden gebruikt voor de dameshoedenmode - en door het rapen van eieren. Na een

aantal beschermingsmaatregelen is het aantal broedparen in Europa toegenomen tot ongeveer 50.000 paren. In Nederland was dit herstel, met gemiddeld 1600 paren per jaar, het sterkst. Aan het einde van de jaren dertig broedde ongeveer 70% van de West-Europese populatie in Nederland. In de andere West-Europese landen was deze toename, voor zover terug te vinden in de literatuur, veel geringer en vrij grillig. De terugval tijdens de Tweede Wereldoorlog is in alle Europese landen te wijten geweest aan het rapen van eieren en het schieten van adulte vogels voor de consumptie. Na de oorlog is het aantal broedparen in West-Europa weer sterk gestegen tot ongeveer 50.000 in de jaren vijftig. Opnieuw groeide het aantal paren in Nederland het snelst met gemiddeld 1600 paren per jaar. Ook na dit herstel bestond ongeveer 70% van de West-Europese populatie uit Nederlandse broedvogels. De crash halverwege de jaren zestig is veroorzaakt door verontreiniging van de Nederlandse kustwateren met gechloreerde koolwaterstoffen. Na de stopzetting van de lozingen is de West-Europese populatie geleidelijk aan weer gestegen tot ongeveer 50.000 broedparen in het midden van de jaren tachtig (Brouwer *et al.* 1950, Rooth 1980, 1989, Veen & Van der Kam 1988, Brenninkmeijer & Stienen 1992, Rose & Scott 1994).

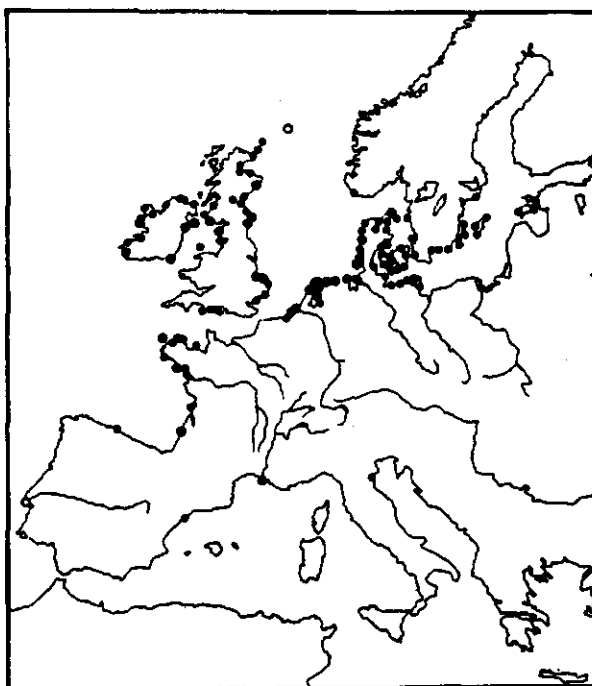
Maar het laatste herstel (bijlage 1) is anders verlopen dan na de eerste twee inzinkingen. De Nederlandse populatie, die het hardst getroffen is door de vergiftiging in de jaren zestig, is met gemiddeld 500 broedparen per jaar veel langzamer gegroeid dan voorheen. Ze heeft zich hersteld tot ongeveer een derde van het niveau van de jaren dertig en vijftig en maakt tegenwoordig nog maar ongeveer 22% uit van de West-Europese aantallen. De sterns in de Duitse Waddenzee (Duitse Bocht) hebben nauwelijks last gehad van de vergiftiging, maar de West-Duitse aantallen zijn na het stopzetten van de lozingen in Nederland wel met gemiddeld 250 broedparen per jaar gegroeid. De aantallen in de broedgebieden van Groot-Brittannië en Ierland zijn na de vergiftiging gestegen met gemiddeld 600 per jaar. De populaties aan de Atlantische kust van Frankrijk en aan de Oostzee vertonen geen gerichte, grote aantalsfluctuaties in de afgelopen decennia. Een overzicht van de ligging van de verschillende broedgebieden van West-Europa is weergegeven in figuur 2.

#### **Centrale vraag**

Het RIKZ heeft de grote stern gekozen als indicator-soort voor de kwaliteit van het mariene milieu en ontwikkelt een populatie-dynamisch computermodel voor o.a. grote sterns en visdieven *S. hirundo* (Van Boven & Schobben 1993, Schröder *et al.* 1996), waarin ook de invloed van de antropogene stressfactoren verwerkt moet worden. De centrale vraag van het populatie-dynamisch onderzoek naar de grote stern door het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) en het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) is de volgende:

Waarom is de Nederlandse populatie na de laatste ineenstorting in de jaren zestig zoveel langzamer gegroeid dan na de eerste twee crashes en waarom is zij daarna min of meer stabiel gebleven op ongeveer een derde van het oorspronkelijke aantal broedparen in de jaren dertig en vijftig?

---



*Figuur 2. De ligging van de belangrijkste broedkolonies van de West-Palearctische grote stern (Glutz von Blotzheim & Bauer 1982).*

#### **Mogelijke oorzaken van het gedeeltelijke herstel**

Potentiële oorzaken voor dit trage en onvolledige herstel zijn een aantal biotische (afgenomen voedselbeschikbaarheid, verandering van foerageergebied, emigratie naar andere broedgebieden, veranderde sterfte in de Afrikaanse overwinteringsgebieden) en abiotische (verontreiniging, toegenomen troebeling van het water, habitatverlies) factoren. Van de potentiële factoren zijn de invloed van de troebeling van het water (in opdracht van het RIKZ aan het IBN-DLO, Stienen & Brenninkmeijer 1994, Brenninkmeijer *et al.* in prep.) en de verontreiniging van eieren, kuikens en adulte sterns (vooral visdieven, door het Institut für Vogelforschung in Wilhelmshaven, Becker 1991, het IBN-DLO, Van den Brink 1997 en de Universiteiten van Wageningen en Utrecht, Bosveld *et al.* 1993) reeds onderzocht. De chemische verontreinigingen in sterns bevinden zich, ook op Griend, op de rand van sublethale doses. Deze factoren lijken, net als habitatverlies, geen beperkend effect te hebben op het aantalsverloop van de grote stern in Nederland. Door het IBN-DLO is, in samenwerking met het Rijksinstituut voor Visserij-onderzoek (RIVO-DLO) en het RIKZ, in het kader van het Beleidsgericht Ecologisch Onderzoek van de Noordzee/Waddenzee

(BEON)-Speerpunten 'Verstoring Habitats' en 'Effecten Visserij', onderzoek verricht naar de voedselbeschikbaarheid in de broedgebieden (Brenninkmeijer & Stienen 1994, Stienen & Brenninkmeijer 1994, 1997). In hetzelfde kader zal in 1997, in opdracht van het RIKZ aan het IBN-DLO, een analyse van de mortaliteit in de overwinteringsgebieden gemaakt worden. In dit rapport worden, in opdracht van het RIKZ aan het IBN-DLO, enkele van de belangrijkste factoren voor het door het RIKZ ontwikkelde populatie-dynamisch model onderzocht: de leeftijdsopbouw en de mortaliteit van de Nederlandse en Deense populatie, en de migratie tussen vooral de Nederlandse en Deense broedgebieden.

**De doelstelling van dit rapport is het kwantificeren van de emi- en immigratie van de West-Palearctische grote stern in West-Europa.**

Door de analyse van ringgegevens moet een vrij volledig beeld ontstaan van de mate van migratie van de grote stern in West-Europa. Deze kan dan vervolgens worden ingebed in de populatie-dynamische modellen van het RIKZ.

---

## 2 MATERIAAL en METHODE

### Basisgegevens

In het kader van dit onderzoek zijn door het IBN-DLO contacten gelegd met Deense onderzoekers (E. Flensted-Jensen & A.P. Møller), die beschikken over uitgebreide gegevens van ringterugmeldingen van tussen 1960 en 1983 in Denemarken geringde grote sterns. Deze gegevens zijn gebruikt voor het schatten van de migratie en de populatie-opbouw. Zij worden vergeleken met terugmeldingen van in Nederland tussen 1960 en 1995 geringde grote sterns, afkomstig van het Vogeltrekstation in Heteren, en met terugmeldingen van grote sterns op Griend tussen 1992 en 1996, afkomstig van het IBN-DLO in Arnhem.

Bij de analyse van de gegevens is (tenzij anders vermeld) geselecteerd op 'broedvogels'. Een 'broedvogel' is in dit rapport gedefinieerd als een vogel die tijdens het broedseizoen (van mei tot en met juli) dood of levend in of nabij een broedkolonie aangetroffen is. Hiermee zijn de in Afrika overzomerende vogels uitgesloten. De dood gevonden vogels hebben in het veldjaar mogelijk geen nest gehad, maar krijgen het voordeel van de twijfel. Dit geldt ook voor de vogels waarvan alleen de metalen ring is afgelezen. Zo zijn tussen 1992 en 1996 op Griend met een telescoop (vergroting 20-60x) vanuit een schuiltent metalen ringen van grote sterns op baltsplaatsen in de kolonies en op voorverzamelplaatsen op het strand afgelezen. Deze vogels kunnen theoretisch het broeden een jaar hebben overgeslagen of zijn verder getrokken naar een ander broedgebied. Maar van een aantal afgelezen vogels is het in ieder geval zeker, dat ze op Griend hebben gebroed, omdat ze later op het nest gezien of gevangen zijn. In Denemarken zijn alle geringde vogels op hun nest terugggevangen of dood gevonden. Om een betere vergelijking met Denemarken te kunnen maken, zijn de afgelezen vogels van de Nederlandse gegevens hierbij uitgesloten. De ringaflezingen van Griend van 1992-1995 zijn verder apart geanalyseerd. Helaas zijn de in 1996 afgelezen ringen slechts gedeeltelijk geanalyseerd, omdat tijdens het schrijven van dit rapport nog niet alle terugmeldingen van in 1996 gevangen of afgelezen ringen ontvangen waren.

### Migratie

Bij de berekeningen van de immi- en emigratie is geen onderscheid gemaakt tussen levend en dood gevonden vogels. Zowel de immigratie naar als de emigratie van Denemarken zijn met dezelfde set gegevens gemaakt. Voor het berekenen van de Nederlandse emigratie zijn alleen de vogels die op een broedplaats teruggemeld zijn, geanalyseerd. De Nederlandse immigratie is niet met deze gegevens berekend, omdat deze set alleen uit in Nederland geringde vogels bestaat en niet uit naar Nederland gemigreerde vogels. Daarom is voor het berekenen van de Nederlandse immigratie gewerkt met de terugmeldingsgegevens op Griend tussen 1992 en 1996.

---



**Aantal broedparen**

Van elk land is het jaarlijkse aantal broedparen bepaald. Deze zijn grotendeels uit de literatuur gehaald. Indien het aantal broedvogels van een bepaald jaar onbekend is, is dat aantal geïnterpoleerd op basis van de aantallen van de omringende jaren. De Europese aantallen in de eerste helft van de twintigste eeuw zijn vaak gebaseerd op globale schattingen en indrukken, aangezien er toendertijd zelden systematisch geteld en gerapporteerd is. Pas vanaf de jaren zestig zijn de tellingen redelijk betrouwbaar. Daarom is besloten om alleen de gegevens van tussen 1960 en 1995 geringde vogels te analyseren. Maar ook deze aantallen zijn soms berekend of geschat en kunnen daardoor de berekeningen van emi- en immigratie beïnvloeden. Er zijn helaas geen betere gegevens voorhanden (bijlage 1).

**Ringinspanning**

Met de ringinspanning wordt het jaarlijkse aantal als adult en als kuiken geringde grote sterns bedoeld. Deze zijn per land opgevraagd bij de Euring-centrale van het Vogeltrekstation in Heteren, bij een aantal Europese ringcentrales en bij individuele ringers in Nederland, Denemarken en België. In een aantal gevallen is alleen het totale aantal jaarlijks uitgegeven ringen bekend, zonder onderscheid tussen kuikens en adulte vogels. Zo zijn de jaarlijkse totale aantallen geringde grote sterns in Oost-Duitsland tussen 1960 en 1963 gesplitst volgens de verhouding adulte vogels (9,3%) en kuikens (90,7%) in Oost-Duitsland tussen 1967 en 1974.

**Berekening populatie-samenstelling**

Met het aantal broedparen ( $nBP$ ) en de ringinspanning ( $N^{ring}$ ) per jaar en per land is het ringpercentage ( $\%R$ ) uitgerekend:  $\%R = (N^{ring}/nBP) * 100$ . Het aantal terugmeldingen ( $N$ ) is met het ringpercentage verrekend tot een gecorrigeerd aantal terugmeldingen ( $N^{cor}$ ) volgens:  $N^{cor} = (N/\%R) * 100$ . De verhouding tussen het gecorrigeerde aantal in land A aanwezige in het buitenland geringde vogels ( $N^{cor, rest\ Europa}$ ) en het gecorrigeerde totale aantal in land A aanwezige geringde vogels ( $N^{cor, rest\ Europa} + N^{cor, land\ A}$ ) leidt tot het uiteindelijke percentage buitenlandse vogels in land A (voorbeeld 1).

*Voorbeeld 1. Hypothetische populatie-samenstelling van als kuiken geringde grote sterns in het Europese land A in jaar X, waarbij de maximale leeftijd van een grote stern op 23 jaar is gesteld.*

	Rest Europa	Land A
Aantal broedparen (BP) in jaar X	40.000	5000
Totale aantal geringde vogels ( $N^{ring}$ ) in jaar (X-23) tot (X-4)	2000	2500
Totale ringpercentage (%R)	5%	50%
Aantal in land A in jaar X teruggemelde geringde vogels (N)	2	200
Gecorrigeerde N ( $N^{cor}$ )	40	400

Het aandeel van buitenlandse vogels in land A is in dit geval ( $N^{cor,rest\text{ Europa}} / (N^{cor,rest\text{ Europa}} + N^{cor,land\text{ A}}) = 40 / (400 + 40) = 9,1\%$ ).

#### Berekening emigratie

De emigratie is bepaald met behulp van de jaarlijkse mortaliteit, de jaarlijkse terugmeldingskans en het jaarlijkse aantal geringde sterns (Beintema & Müskens 1982, Voorbeeld 2, 3). Men berekent aan de hand van een veronderstelde jaarlijkse adulte minimale mortaliteit van 10% (DiConstanzo 1980) hoeveel van de in jaar Y als adult geringde vogels ( $N^{ring}$ ) er in jaar  $Y + X$  nog in leven zijn ( $N^{exp}$ ). De mortaliteit van de als kuiken geringde vogels bestaat uit het product van het gemiddelde uitvliegsucces (0,8 is het op basis van de gegevens van Griend van 1992-1996 geschatte gemiddelde uitvliegsucces van een geringd A-kuiken; hierbij is aangenomen dat verreweg de meeste kuikens die geringd worden, A-kuikens zijn), de veronderstelde overleving tot het tweede jaar (0,5, Brenninkmeijer & Stienen 1992) en de veronderstelde overleving in de daaropvolgende jaren ( $0,9^{leeftijd-1}$ , DiConstanzo 1980). De terugmeldingskans (T) per land per jaar bestaat uit de som van het aantal terugmeldingen (N) van als adult geringde vogels, 1 jaar nadat ze geringd zijn (Voorbeeld 2), gedeeld door de som van het verwachte aantal geringde vogels ( $T = (N / N^{exp}) * 100$ ). Doordat de minimale mortaliteit in onderstaande formules ingevuld is, is de zo verkregen emigratie maximaal. Voor de aflezingen van 1995 zijn alleen de kuikens, die tot en met 1991 zijn geringd, opgenomen in de berekening, omdat het merendeel van de kuikens pas bij een leeftijd van 4 jaar tot broeden komt (Veen 1977, Cramp 1985, Stienen & Brenninkmeijer 1997). En bij adulte sterns worden alleen de vogels die tot en met 1994 zijn geringd, in de berekening opgenomen. De emigratie per land (formule 3) wordt berekend door de jaarlijkse sommatie van 1960-1995 van de formules 1 en 2.

Formule (1) Voor adulte vogels:

$$\frac{\frac{N}{T} * 100}{N^{ring} * 0,9^{leeftijd}}$$

Formule (2) Voor kuikens:

$$\frac{\frac{N}{T} * 100}{N^{ring} * 0,8 * 0,5 * 0,9^{leeftijd-1}}$$

Formule (3) Voor kuikens en adulte vogels samen:

$$\frac{(\frac{N^{kuiken}}{T^{kuiken}} * 100) + (\frac{N^{adult}}{T^{adult}} * 100)}{(N^{ring,kuiken} * 0,8 * 0,5 * 0,9^{leeftijd-1}) + (N^{ring,adult} * 0,9^{leeftijd})}$$

Voor het bepalen van de volledige emigratie moet van alle landen, waarnaar en waarvan grote sterns gemigreerd zijn, de ringinspanning en de vanginspanning bekend zijn. Bovendien zouden er eigenlijk in elk land elk jaar een aantal kuikens en adulte grote sterns geringd moeten zijn, want dan is elke jaarklasse per land vertegenwoordigd door een aantal ringen. Nu is het onbekend in welke mate een jaarklasse waarvan geen enkel individu geringd is, is vertegenwoordigd. Maar ondanks deze twee gebreken kan wel een schatting gemaakt worden van de Europese emigratie door de wel bekende emigratie van een bepaald land te verrekenen met het Europese aandeel van de broedpopulatie van dat land.

*Voorbeeld 2. Terugmeldingskans in 1995 op basis van als adult geringde grote sterns op Griend.*

Ringjaar	1992	1993	1994	Totaal
N geringd ( $N^{ring}$ )	30	58	73	161
N verwacht ( $N^{exp}$ )	22	47	65	134
N teruggemeld (N)	4	12	11	27
Terugmeldingskans (T)	18,3%	25,5%	16,9%	20,1%

*Voorbeeld 3. Emigratie van in Denemarken geringde grote sterns naar Grieland in 1995.*

	Kuikens	Adulte vogels
N teruggemeld (N)	5	1
Terugmeldingskans (T)	20,1 %	20,1 %
Gecorrigeerde N ( $N^{cor} = (N/T) * 100\%$ )	24,9	5,0
N geringd ( $N^{ring}$ )	15.654	245
Overleving (S)	$0,8 * 0,5 * 0,9^{leeftijd-1}$	$0,9^{leeftijd}$
Geringde populatie ( $S^{ring} = \sum(S * N^{ring})$ )	2509,3	604,0
Emigratie ( $(N^{cor}/S^{ring}) * 100\%$ )	1,0 %	0,8 %

De emigratie in 1995 van als kuiken en als adult geringde Deense vogels naar Nederland is in dit voorbeeld:  $((24,9 + 5,0)/(2509,3 + 604,0)) * 100\% = 0,96\%$ .

**Immigratie**

De immigratie is bepaald door het aantal emigranten uit een bepaald land te delen door het aantal broedvogels in het land waar de vogels naar zijn geïmmigreerd. Stel dat 5,0% van de 10.000 Deense broedvogels (500 vogels) naar Nederland (20.000 broedvogels) emigreert, dan bestaat 2,5% van Nederlandse populatie uit Deense immigranten.

**Mortaliteit**

Voor het berekenen van de mortaliteit is de leeftijdsopbouw van de adulte broedpopulatie geanalyseerd. Hiervoor is geselecteerd op als kuiken tussen 1960 en en 1990 geringde sterns die als volwassen stern (ouder dan 3 jaar) in het broedseizoen (van mei tot en met juli) tussen 1967-1994 in West-Europa (levend of dood) teruggemeld zijn. Er is uitgegaan van een constante vanginspanning. De leeftijd van de geanalyseerde vogels varieert van 4 tot 23 jaar. Ook in de literatuur is de hoogste leeftijd van een grote stern 23 jaar (Müller 1959, Rydzewski 1978, Brenninkmeijer & Stienen 1992). Waarschijnlijk kan een grote stern wel ouder dan 23 jaar worden, maar om dit aan te tonen, moet ook de aluminium ring, waarmee deze sterns in het verleden zijn geringd, zo lang blijven zitten. En aangezien de meeste aluminium ringen veel eerder afvallen (Hatch & Nisbet 1983, Stienen & Brenninkmeijer 1995), is de kans klein, dat er hele oude vogels worden teruggemeld. Als men ervan uitgaat, dat een grote stern minimaal 23 jaar oud kan worden, zou men alleen de gegevens van vogels moeten analyseren, die de kans hebben gekregen om deze leeftijd te bereiken. Maar

dan kunnen alleen de terugmeldingen van vogels die tussen 1960 en 1972 geringd zijn, geanalyseerd worden. Om alle waarnemingen te kunnen gebruiken in de analyse, zijn de terugmeldingen gecorrigeerd voor het aantal geringde sterns (bijlage 2). Voor het berekenen van de mortaliteit op basis van alle ringwaarnemingen, is door Hilko van der Voet een statistisch model ontwikkeld (Van der Voet 1997, bijlage 3).

#### **Statistiek**

De mortaliteitsmodelberekeningen (Hilko van der Voet) zijn uitgevoerd met Genstat 5 Release 3.2. De modelberekeningen van de populatiesamenstelling (Rogier Pouwels) zijn uitgevoerd met Turbopascal. De overige statistische bewerkingen zijn uitgevoerd met SPSS/PC+, versie 4.0. Bij alle toetsen is een betrouwbaarheidsgrens van 0,05 aangehouden.

---

### 3 RESULTATEN

#### 3.1 Populatie-samenstelling

**Denemarken** Wanneer men de populatie-samenstelling op basis van alleen de ringterugmeldingen vergelijkt met die gecorrigeerd voor de ringinspanning, dan komen deze voor Denemarken redelijk met elkaar overeen (tabel 1). Alleen het aandeel adulte West-Duitse sterns is, gecorrigeerd voor ringinspanning, met 10,5% veel groter dan zonder correctie (0,5%). De gecorrigeerde gegevens, die veel betrouwbaarder zijn, worden hieronder verder besproken.

**Kuikens** De Deense populatie bestaat voor 89,5% uit sterns, die als kuiken in Denemarken geboren zijn. Een klein deel (0,3%) is afkomstig uit een hele andere populatie, namelijk die van de Zwarte Zee in Rusland. Verder is 3,0% in dezelfde Oostzee-regio (2,9% in Oost-Duitsland, 0,1% in Zweden) of nog wat oostelijker (0,1%, Polen) geboren. De rest (7,1%) is in zuidelijker gelegen kolonies geboren (1,9% in West-Duitsland, 2,0% in Nederland en 3,2% in Groot-Brittannië).

**Adulte sterns** Wanneer men naar de als adult geringde vogels kijkt, dan heeft het grootste deel (84,0%) al eerder in Denemarken gebroed. Verder is 5,2% afkomstig uit hetzelfde Oostzee-gebied (Oost-Duitsland) en 10,5% uit een aangrenzend broedgebied (West-Duitsland). Ongetwijfeld zijn er ook sterns uit andere broedgebieden naar Denemarken geëmigreerd, maar omdat er in die gebieden zo weinig adulte sterns zijn geringd, kan er niet zoveel over gezegd worden.

**Griend** In tegenstelling tot in Denemarken is er op Griend een groot verschil tussen de wel en niet voor de ringinspanning gecorrigeerde aantallen (tabel 2). Op Griend lijkt 23,1% van de vogels uit het buitenland te komen, maar gecorrigeerd voor ringinspanning wordt dit gereduceerd tot 5,9%. De populatie-samenstelling op Griend, gecorrigeerd voor ringinspanning, geeft een vergelijkbaar beeld met die van Denemarken.

**Kuikens** Van de als kuiken geringde grote sterns die op Griend zijn waargenomen, is 77,3% op Griend geringd en 16,8% in het Deltagebied (16,7% in de Zeeuwse Delta en 0,1% in België). Dus 94,1% van de kolonie bestaat uit 'Nederlandse' vogels. Dit is gelijk aan de situatie in Denemarken, waar 92,5% uit 'Deense' vogels bestaat. Op Griend is slechts 5,9% als kuiken in een buitenlandse kolonie geringd, voornamelijk in westelijker gelegen kolonies (Groot-Brittannië 4,7%). Verder is 0,6% afkomstig van de West-Duitse Waddenzee-kolonies en 1,1% van de Oostzee-kolonies (Denemarken 0,9%, Zweden 0,2%, Estland 0,2%).

**Adulte sterns** Van de als adult geringde vogels is 95,4% als broedvogel op Griend geringd en 0,5% in het Deltagebied (Zeeuwse Delta + België). Over het aandeel van adulte vogels uit de Zeeuwse Delta zijn geen uitspraken te doen, omdat hier nauwelijks adulte vogels geringd zijn. Ook het totale percentage 'Nederlandse' vogels op Griend is met 95,9% vergelijkbaar met het percentage 'Deense' vogels in Denemarken (89,2%). De overige 4,1% komt uit westelijke (Groot-Brittannië 3,5%) en oostelijke (Denemarken 0,6%) kolonies (tabel 2).

---

*Tabel 1. De populatie-samenstelling, gecorrigeerd voor ringinspanning, van als kuiken en als adult geringde grote sterns in Denemarken (1960-1995). N = aantal teruggemelde vogels, %N = percentage van de Deense populatie, N<sup>cor</sup> = voor ringinspanning gecorrigeerde aantal teruggemelde vogels N, %N<sup>cor</sup> = voor ringinspanning gecorrigeerde percentage van de Deense populatie.*

Land	Kuikens				Adulte sterns			
	N	%N	N <sup>cor</sup>	%N <sup>cor</sup>	N	%N	N <sup>cor</sup>	%N <sup>cor</sup>
Denemarken	510	89,9	1496,7	89,5	364	92,6	27.909,9	84,0
DDR	22	3,9	48,4	2,9	25	6,4	1742,7	5,2
Zweden	1	0,2	2,5	0,1	0	0	0	0
Polen	1	0,2	1,5	0,1	0	0	0	0
BRD	12	2,1	32,3	1,9	2	0,5	3480,0	10,5
NL	6	1,1	32,9	2,0	0	0	0	0
UK	14	2,5	53,8	3,2	0	0	0	0
Frankrijk	0	0	0	0	2	0,5	92,7	0,3
Rusland <sup>1</sup>	1	0,2	5,0 <sup>1</sup>	0,3	0	0	0	0
Totaal	567	100	1673,2	100	393	100	33.225,3	100

<sup>1</sup>geschatte gecorrigeerde aantal vanwege onvolledige informatie over ringinspanning

*Tabel 2. De populatie-samenstelling, gecorrigeerd voor ringinspanning, van als kuiken en als adult geringde grote sterns op Griend (1992-1995). N = aantal teruggemelde vogels, %N = percentage van de Griendse populatie, N<sup>cor</sup> = voor ringinspanning gecorrigeerde aantal teruggemelde vogels N, %N<sup>cor</sup> = voor ringinspanning gecorrigeerde percentage van de Griendse populatie.*

Ringland	Kuikens				Adulte sterns			
	N	%N	N <sup>cor</sup>	%N <sup>cor</sup>	N	%N	N <sup>cor</sup>	%N <sup>cor</sup>
Denemarken	6	3,9	16,8	0,6	2	4,9	54,5	0,6
DDR	2	1,3	2,2	0,1	0	0	0	0
Zweden	3	1,9	4,5	0,2	0	0	0	0
BRD	1	0,6	3,8	0,1	0	0	0	0
Griend	103	66,5	2123,2	77,3	34	82,9	9418,6	95,4
Delta	12	7,7	458,0	16,7	0	0	0	0
UK	23	14,8	129,7	4,7	1	2,4	346,4	3,5
Estland	1	0,6	6,0	0,2	0	0	0	0
België	4	2,6	4,1	0,1	4	9,8	51,2	0,5
Totaal	155	100	2748,3	100	41	100	9870,7	100

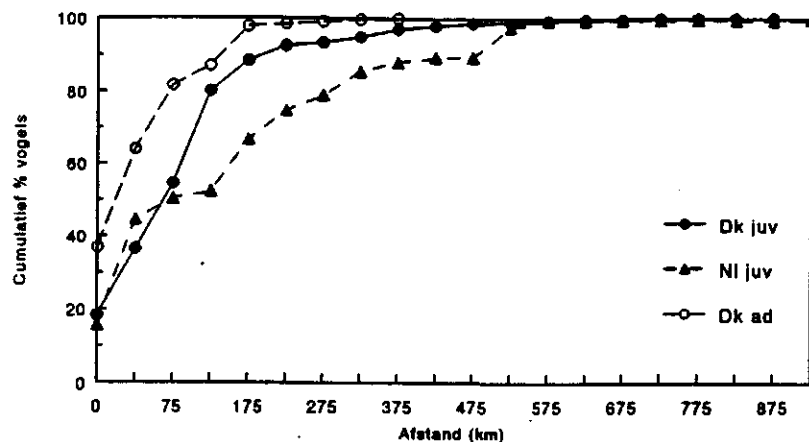
### 3.2 Emigratie-afstand

Een niet te verwaarlozen deel van grote-sternenkolonies bestaat dus uit vogels die in een andere kolonie zijn geboren of hebben gebroed. In deze paragraaf is naar de afstand gekeken tussen de oude en nieuwe kolonies van individuele sterns. Helaas zijn er buiten de kolonies op Griend en in Zeebrugge in de jaren negentig en in Denemarken in de jaren zeventig en tachtig nauwelijks ringen afgelezen en/of adulte vogels gevangen. De meeste terugmeldingen uit andere kolonies zijn afkomstig van dood gevonden vogels. Dit kan een vertekend beeld geven van de werkelijke emigratie. Bovendien kunnen plaatselijke omstandigheden invloed hebben op de kans dat een dode vogel wordt gevonden.

Zowel in Denemarken als in Nederland gaan de sterns zo dicht mogelijk bij hun oorspronkelijke broed- of geboortekolonie broeden (fig. 3, bijlage 4). Hoe verder de nieuwe kolonie verwijderd is van de oude, des te minder sterns gaan er broeden. In Denemarken is deze trend vloeiender dan in Nederland vanwege de grotere steekproef. Bovendien bestaat Denemarken uit vele dicht bij elkaar liggende kolonies, waarvan de meeste klein en enkele groot zijn. In Nederland zijn veel broedparen verdeeld over een paar grote kolonies in twee ver uit elkaar liggende gebieden. Zo liggen de vier kolonies in het Delta-gebied binnen 75 km afstand van elkaar. Maar de eerstvolgende kolonie (Griend) ligt op 151-200 km afstand. Tussen 75 en 150 km liggen alleen wat kleine en/of tijdelijke Nederlandse en Duitse kolonies, waar nauwelijks geringd is. Waarschijnlijk zijn er, zowel in



Denemarken als in de Waddenzee, vanuit de kleine kolonies meer verplaatsingen dan vanuit de doorgaans stabielere grote kolonies. Dit dient echter nader te worden onderzocht.

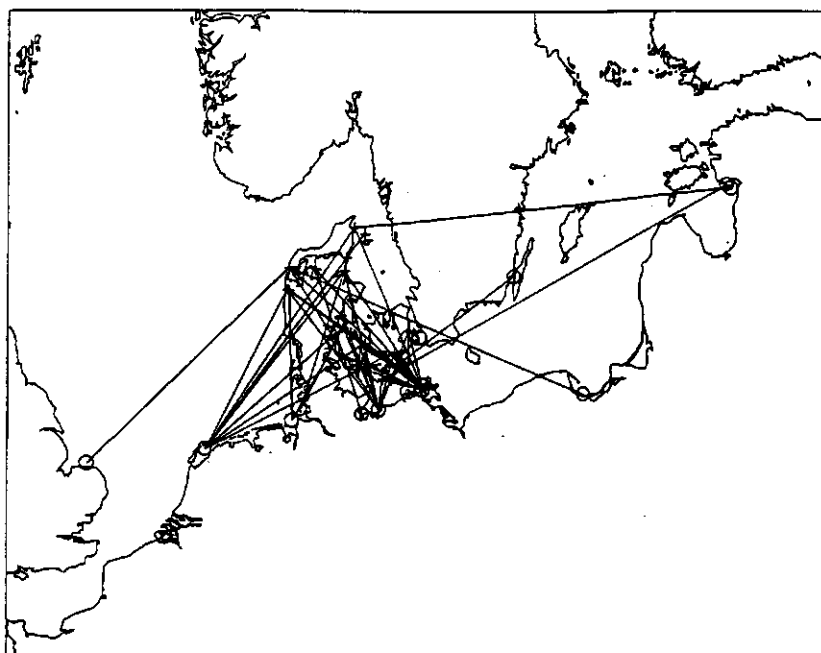


*Figuur 3. De afstand tussen ring- en vindkolonie voor grote sterns die in Nederland als kuiken ( $N = 74$ , NI juv), in Denemarken als kuiken ( $N = 557$ , Dk juv) en als adulte vogel ( $N = 391$ , Dk ad) geringd zijn (cumulatief). Deze aantallen zijn gecorrigeerd voor de jaarlijkse ringinspanning. De afstand is in categorieën ingedeeld (0 = 0 km, 25 = 1-50 km, 75 = 51-100 km verplaatst, etc).*

### 3.3 Emigratie

In figuur 4 zijn de verplaatsingen van grote sterns van de kolonies in Denemarken naar buitenlandse kolonies weergegeven. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen vogels die als kuiken of als adulte stern zijn geringd.

De emigratie is nu gecorrigeerd voor jaarlijkse mortaliteit, vanginspanning en ringinspanning. Omdat deze methode heel bewerkelijk is, zijn slechts een beperkt aantal jaren met veel terugmeldingen doorgerekend.



*Figuur 4. Geografisch overzicht van de emigratie van in Denemarken geringde grote sterns tussen 1960 en 1995.*

**Griend** Voor het analyseren van de emigratie zijn alleen de gegevens van Griend uit 1995 gebruikt, omdat er in dat jaar veel ringen op Griend zijn afgelezen, waardoor de terugmeldingskans 20,1% was (Voorbeeld 2 in Materiaal en Methode).

**Kuikens** De recrutering van op Griend geboren kuikens naar Griend was in 1995 29,2% (tabel 3). Waarschijnlijk is de recrutering niet elk jaar even hoog, maar daarvoor moeten gegevens van meer jaren worden geanalyseerd. Van de in het Deltagebied geringde kuikens is 6,7% uit de Zeeuwse Delta en 3,0% uit België (samen 9,7%) naar Griend geëmigreerd. Een bescheidener deel van de als kuiken in Groot-Brittannië (1,3%), Denemarken (1,0%), Zweden (0,8%) en Oost-Duitsland (0,2%) geringde populatie is in 1995 naar Griend geëmigreerd.

*Tabel 3. De emigratie van als kuiken en als adult geringde grote sterns naar Griend in 1995, gebaseerd op afleesinspanning (20,1%) en ringinspanning. De kuikens zijn vóór 1992 geringd, de adulte sterns vóór 1995.  $N$  = aantal teruggemelde geringde vogels,  $N^{cor}$  = voor afleesinspanning gecorrigeerde aantal teruggemelde geringde vogels  $N$ ,  $S^{ring}$  = met de ringinspanning en jaarlijkse overleving berekende aantal nog in leven zijnde geringde vogels, %emi = percentage van de nog in leven zijnde populatie van een land dat naar Griend is geëmigreerd en in 1995 op Griend aanwezig is; sd = standaard deviatie van de gemiddelde jaarlijkse emigratie naar Griend. De gegevens van Griend staan tussen haakjes, omdat dit de recrutering betreft (voor de kuikens) en de plaatstrouw (voor de adulte sterns) en zijn voor het Totaal, de emigratie naar Griend, (uiteraard) niet meegerekend.*

Land	N	$N^{cor}$	$S^{ring}$	%emi	sd
<b>Kuikens</b>					
Denemarken	5	24,88	2509,31	0,99	2,10
DDR	1	4,98	2152,85	0,23	0,52
Zweden	2	9,95	1268,08	0,78	6,50
BRD	0	0	731,45	0	0
(Griend)	(42)	(208,96)	(716,23)	(29,17)	(40,91)
Delta	9	44,78	670,33	6,68	28,30
UK	18	89,55	7098,84	1,26	1,50
België	3	14,93	505,17	2,96	2,01
<b>Totaal</b>	<b>38</b>	<b>189,24</b>	<b>14.936,03</b>	<b>1,27</b>	
<b>Adulte sterns</b>					
Denemarken	1	4,98	604,04	0,82	2,23
DDR	0	0	635,50	0	0
Zweden	0	0	74,14	0	0
BRD	0	0	5,80	0	0
(Griend)	(27)	(134,33)	(144,88)	(92,72)	
Delta	0	0	21,81	0	0
UK	1	4,98	765,68	0,65	2,42
België	4	19,90	114,34	17,40	10,21
<b>Totaal</b>	<b>6</b>	<b>29,88</b>	<b>2221,31</b>	<b>1,35</b>	

**Adulte sterns** De plaatstrouw van de adulte sterns op Griend is groot, want 92,7% van de als adult op Griend geringde vogels is in 1995 weer naar Griend teruggekomen. Van de Belgische adulte vogels is 17,4% in 1995 naar Griend geëmigreerd, net als 0,8% van de Deense en 0,7% van de

Britse adulte vogels. De emigratie van adulte sterns uit het Zeeuwse Delta-gebied, West-Duitsland, Polen en Frankrijk naar Griend is onbekend, omdat daar nauwelijks adulte vogels zijn geringd. De emigratie van volwassen Oost-Duitse vogels is waarschijnlijk vrij laag, aangezien daar redelijk veel adulte vogels zijn geringd. Maar wanneer toevallig één als adult geringde Oost-Duitse vogel af zou worden gelezen, dan komt men op een met Denemarken vergelijkbaar percentage uit. Dit blijft het nadeel van een kleine steekproef uit een kleine populatie geringde vogels.

**Denemarken** Bij het analyseren van de gegevens van Denemarken op dezelfde manier als die van Griend stuitte we op een veel kleinere terugmeldingskans (1,74% in 1980, 4,25% in 1982, 4,62% in 1983, 1,87% in 1984, bijlage 5). Om toch voldoende emigratie-gegevens te krijgen, hebben we deze vier jaren bij elkaar opgeteld (tabel 4).

**Kuikens** Tussen 1980 en 1984 is de recrutering van als kuiken geringde sterns naar Denemarken 24,4%. De jaarlijkse recrutering varieert van 22,1%-27,2%. Dit is wat lager dan de recrutering op Griend (29,2%), zeker als men daarbij bedenkt dat de Nederlandse populatie is uitgesplitst in aparte kolonies (Griend, Delta en België), terwijl in Denemarken alle kolonies zijn samengevoegd. In totaal is 0,9% van de buitenlandse populatie van als kuiken geringde sterns naar Denemarken geëmigreerd. Tussen 1980 en 1984 is van de nabij gelegen kolonies in Oost-Duitsland en Zweden slechts een gering deel (respectievelijk 0,4% en 0%) naar Denemarken geëmigreerd. Het is onbekend hoeveel Poolse sterns naar Denemarken zijn geëmigreerd, omdat er toen nauwelijks grote sterns in Polen zijn geringd. De meeste emigranten zijn van Griend (3,7%) en West-Duitsland (2,2%) afkomstig. Slechts 0,2% komt uit Groot-Brittannië. Uit de Delta en Frankrijk zijn, ondanks de grote ringinspanning, tussen 1980 en 1984 geen grote sterns geëmigreerd. Maar de steekproef van de meeste buitenlandse gebieden is te klein om er echt harde uitspraken over te kunnen doen.

**Adulte sterns** De plaatstrouw van de adulte sterns in Denemarken is met 74,6% minder groot dan op Griend (92,7%). De plaatstrouw varieert in de periode 1980-1984 van 71,9% tot 77,7%. En ook hier betreft het de terugkeer naar Denemarken en niet specifiek naar dezelfde kolonie, zoals op Griend. In totaal is 2,0% van de buitenlandse populatie van als adult geringde sterns naar Denemarken geëmigreerd. Van de Britse sterns is 1,8% naar Denemarken geëmigreerd. Maar van de West-Duitse sterns zou 33,6% naar Denemarken zijn geëmigreerd. Dit percentage is onbetrouwbaar, want zij berust op één ringterugmelding. Wanneer er zeer weinig adulte grote sterns geringd zijn en er toevallig één geëmigreerde geringde stern elders gevangen wordt, dan krijgt men automatisch een dergelijk hoog percentage. Bij het berekenen van de totale emigratie valt zo'n lokale lage ringinspanning, verantwoordelijk voor een hoog percentage, weer weg, wanneer er in andere gebieden wel veel geringd is. De emigrant uit Frankrijk, die ook voor een relatief hoog emigratiepercentage zorgt, is om een andere reden dubieus. Deze stern is half juli aan de Franse kust gevangen, maar het is onduidelijk of het hier een Franse broedvogel of een stern op trek heeft betroffen. Wanneer deze stern als een trekvogel bestempeld zou worden, dan wordt daarmee de emigratie verlaagd naar 1,3%, even hoog als die op Griend.

---

*Tabel 4. De emigratie van grote sterns naar Denemarken tussen 1980 en 1984, gebaseerd op vang- en ringinspanning. De 'kuikens' zijn minimaal 4 jaar eerder als kuiken geringd; de 'adulte sterns' zijn minimaal 1 jaar eerder als adult geringd. N = aantal teruggemelde geringde vogels; N<sub>cor</sub> = voor vanginspanning gecorrigeerde aantal teruggemelde geringde vogels; S<sup>ring</sup> = met leeftijdsspecifieke overleving (kuiken: 0,8\*0,5=0,4; subadult en adult: 0,9) gecorrigeerde aantal nog in leven zijnde geringde vogels; %emi = percentage van de nog in leven zijnde populatie van een land dat naar Denemarken is geëmigreerd. De gegevens van Denemarken staan tussen haakjes, omdat dit de recrutering betreft (voor de kuikens) en de plaatsrouw (voor de adulte sterns). Deze gegevens zijn niet opgeteld voor de emigratie naar Denemarken (Totaal). De gegevens van de afzonderlijke jaren staan vermeld in bijlage 5.*

Land	N	N <sup>cor</sup>	S <sup>ring</sup>	%emi	sd
<b>Kuikens</b>					
(Denemarken)	(94)	(3106,11)	(12.707,29)	(24,44)	(22,61)
DDR	1	23,53	5654,91	0,42	0
Zweden	0	0	2720,12	0	0
Polen	0	0	37,07	0	0
BRD	8	356,07	15.988,27	2,23	7,93
Griend	6	235,24	6331,29	3,72	9,43
Delta	0	0	3968,10	0	0
UK	3	68,71	34.641,16	0,20	0
Frankrijk	0	0	6027,96	0	0
Totaal	18	683,55	75.368,88	0,91	
<b>Adulte sterns</b>					
(Denemarken)	(131)	(4180,34)	(5603,11)	(74,61)	(62,42)
DDR	0	0	1345,81	0,00	0
Zweden	0	0	113,67	0,00	0
Polen	0	0	60,92	0,00	0
BRD	1	21,65	64,44	33,60	0
Griend	0	0	111,41	0,00	0
Delta	0	0	152,43	0,00	0
UK	1	21,65	1215,9	1,78	0
Frankrijk	1	21,65	198,83	10,89	0
Totaal	3	64,95	3263,41	1,99	

*Tabel 5. De emigratie van als kuiken en als adult geringde grote sterns van Denemarken naar Griend en vice versa. De gegevens zijn berekend aan de hand van terugmeldingen (zonder aflezingen) uit Denemarken (1966-1991) en Griend (1971-1996).  $N$  = aantal teruggemelde vogels,  $\Sigma Sn^{cor}$  = som van de jaarlijkse sommen van het gecorrigeerde aantal teruggemelde vogels  $N$ ,  $\Sigma S^{ring}$  = som van het jaarlijkse aantal theoretisch nog in leven zijnde geringde vogels, % = deel van de geringde populatie dat is geëmigreerd*

Emigratie	N	$\Sigma Sn^{cor}$	$\Sigma S^{ring}$	%
Van Denemarken naar Griend:				
Als kuiken geringd	11	63,3	17.308,4	0,37
Als adult geringd	2	14,2	4313,8	0,33
Totaal	13	77,5	21.622,2	0,36
Van Griend naar Denemarken:				
Als kuiken geringd	6	235,2	28.344,8	0,83
Als adult geringd	0	0	721,4	0
Totaal	6	235,2	29.066,2	0,81

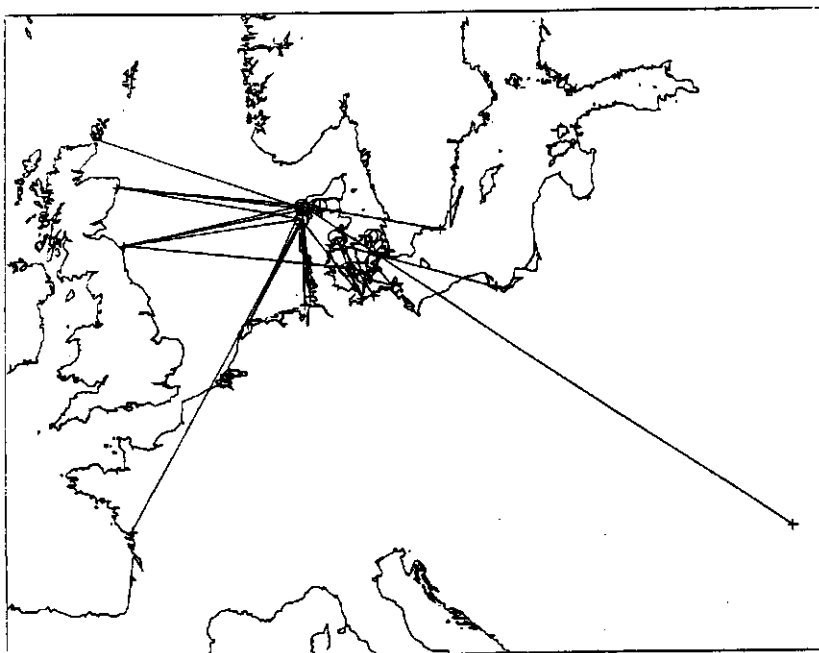
Omdat alleen van Denemarken en Griend voldoende gegevens beschikbaar zijn, is de wederzijdse emigratie tussen Denemarken en Griend berekend over 25 jaar (tabel 5). Hierbij zijn de terugmeldingen met bijbehorende ringinspanningen van alle jaren gesommeerd, waarin er in een gebied adulte vogels gevangen zijn (i.e. een steekproef uit de adulte populatie genomen is). Van de in Denemarken geringde grote sterns is tussen 1971 en 1996 0,4% naar Griend geëmigreerd. Andersom is tussen 1966 en 1991 0,8% van de op Griend geringde sterns naar Denemarken geëmigreerd.

### 3.4 Immigratie

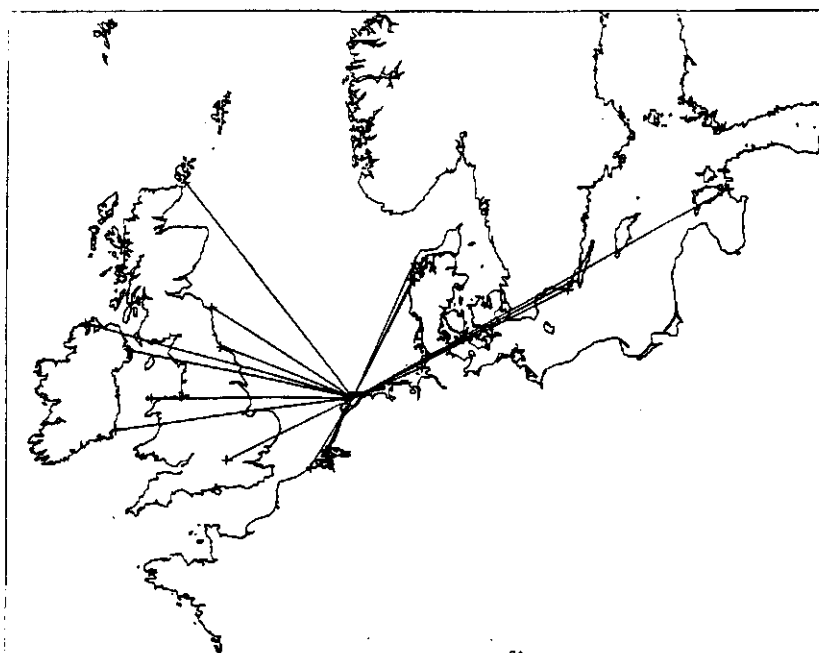
In de figuren 5 en 6 zijn de verplaatsingen van grote sterns van buitenlandse kolonies naar de kolonies van respectievelijk Denemarken en Griend weergegeven. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen vogels die als kuiken of als adulte stern zijn geringd.

*Griend* De immigratie op Griend (tabel 6) is berekend door de emigratiepercentages uit tabel 3 met behulp van het aantal broedvogels in eigen land om te rekenen naar het aantal individuen dat van dat land naar Griend is gekomen. De meeste immigranten op Griend komen uit het Delta-gebied (4,1% uit de Zeeuwse Delta en 0,6% uit België) en uit Groot-Brittannië (4,3%). In een aantal landen (vooral in Frankrijk, Duitsland en Polen) zijn nauwelijks (adulte) vogels geringd, zodat de berekende percentage voor deze landen onbetrouwbaar zijn. Maar als alle landen worden samengevoegd voor het berekenen van de totale immigratie, dan

wordt deze onbetrouwbaarheid verkleind. Als er geen vogels zijn geringd, worden ze ook niet meegenomen in de berekening, en als er weinig vogels zijn geringd, is de kans klein dat ze worden teruggemeld. De totale immigratie op Griend in 1995 kan nu worden uitgerekend met behulp van de totale jaarlijkse emigratie van niet-Griendse vogels. Wanneer de emigratiegegevens van de kuikens en de adulte vogels bij elkaar gevoegd worden, dan ontstaat een totale jaarlijkse emigratie van  $(189,24 + 29,88) / (14936,03 + 2221,31) * 100 = 1,28\%$  van de niet-Griendse populatie van  $97.200 - 16.400 = 80.800$  vogels. Dit betekent dat jaarlijks 1034,24 vogels naar Griend migreren, 6,31% van de Griendse populatie van 16.400 vogels. Bovendien is deze immigratie gebaseerd op de gegevens van in één jaar (1995) op Griend waargenomen vogels. Om fluctuaties tussen verschillende jaren te onderzoeken, dienen de gegevens verzameld en geanalyseerd te worden van meer jaren, waarin sterns worden afgelezen en/of gevangen.



*Figuur 5. Geografisch overzicht van de immigratie van grote sterns in Denemarken tussen 1960 en 1995.*



*Figuur 6. Geografisch overzicht van de immigratie van grote sterns op Griend tussen 1992 en 1996.*

**Denemarken** De immigratie in Denemarken (tabel 7) is berekend door de emigratiepercentages uit tabel 4 met behulp van het aantal broedvogels in eigen land om te rekenen naar het aantal individuen dat van dat land naar Denemarken is gekomen. De totale immigratie in Denemarken tussen 1980 en 1984 is  $(683,55 + 64,95) / (75.368,88 + 3263,41) \cdot 100 = 0,95\%$  van de niet-Deense populatie van  $84.700 - 6600 = 78.100$  vogels. Deze 741,95 vogels vormen 11,24% van de Deense populatie van 6600 vogels. Ook hier geldt, dat er in veel broedkolonies (vooral in Frankrijk, Duitsland en Polen) nauwelijks (adulte) vogels geringd zijn. Wanneer er dan toevallig een geringde vogel uit zo'n gebied wordt teruggemeld, dan heeft dat een enorme invloed op het immigratiepercentage uit dat land, waardoor het hier berekende percentage waarschijnlijk wat hoger is dan het werkelijke percentage.

De meeste immigranten in Denemarken komen uit Groot-Brittannië (10,20%), Duitsland (West 8,95%, Oost 0,13%), Griend (5,35%) en Frankrijk (2,35%). Over de broedvogelstatus van de Franse vogel bestaat enige onzekerheid, omdat deze half juli is gevangen. Deze immigratie is gebaseerd op de gegevens van in vier jaar (1980, 1982, 1983 en 1984) in Denemarken teruggemelde vogels. In tabel 1 staan ook terugmeldingen uit Oost-Duitsland, Polen en Zweden vermeld, maar deze zijn niet of nauwelijks in de vier geanalyseerde jaren gevangen.



Tabel 6. De immigratie in 1995 van buitenlandse grote sterns op Griend. De kuikens zijn vóór 1992 geringd, de adulte vóór 1995. Broedvogels = tweemaal het aantal (geschatte) broedparen in het land van emigratie in 1995; % immi = het percentage immigratie op Griend ( $100\% \cdot \% \text{ emi}^{\text{tabel 3}} \cdot \text{aantal broedvogels in eigen land/aantal broedvogels op Griend}$ );  $\% \text{ immi}^{\text{alle sterns}} = \% \text{ immi}^{\text{kuikens}} + \% \text{ immi}^{\text{adulte sterns}}$

Land	Broedvogels	% immi <sup>kuikens</sup>	% immi <sup>adulte sterns</sup>	% immi <sup>alle sterns</sup>
Denemarken	7400	0,44	0,37	0,81
DDR	2000	0,02	0	0,02
Zweden	2000	0,10	0	0,10
BRD <sup>2</sup>	16.000	0	0	0
Griend	16.400			
Delta	10.100	4,13	0	4,13
UK	36.000	2,85	1,43	4,28
Frankrijk <sup>2</sup>	5600	0	0	0
Polen <sup>2</sup>	600	0	0	0
Estland <sup>1</sup>	600	0,04	0	0,04
België	500	0,09	0,53	0,62

<sup>1</sup>geschatte aantal, vanwege onvolledige informatie over ringinspanning

<sup>2</sup>magere gegevens, vanwege geringe ringinspanning in desbetreffende land

*Uitwisseling tussen kolonies binnen Europa* De betrouwbaarste gegevens over uitwisseling tussen kolonies in de afgelopen 30 jaar zijn alleen van Griend en Denemarken bekend (tabel 5). Wanneer deze gegevens als representatief voor geheel Europa gesteld worden, dan kunnen ze gebruikt worden om een schatting te maken van de verplaatsingen binnen Europa. Tussen 1966 en 1995 is de gemiddelde populatiegrootte uitgerekend voor geheel Europa (80.000 vogels), Denemarken (8000 vogels) en Griend (8800 vogels). De jaarlijkse emigratie van Griend naar Denemarken is 0,81% (tabel 5) ofwel ( $0,81\% \text{ van } 8800 =$ ) 71,3 vogels. Denemarken is ( $100 \cdot 8000 / 71.200 =$ ) 11,2% van de Europese populatie (zonder Griend). De emigratie van Griend naar de rest van Europa (inclusief Denemarken) bestaat uit ( $100 \cdot 71,3 / 11,2 =$ ) 636,6 vogels ofwel 7,23%. De jaarlijkse emigratie van Denemarken naar Griend is 0,36% ofwel 28,8 vogels. Griend is 12,2% ( $100 \cdot 8800 / 72.000$ ) van de Europese populatie (zonder Denemarken). De emigratie van Denemarken naar de rest van Europa (inclusief Griend) is 2,95% ( $100 \cdot 28,8 / 12,2 = 236,1$  vogels). Op dezelfde manier is de jaarlijkse immigratie te schatten. De immigratie van Deense vogels naar Griend is 0,36% ( $100 \cdot 28,8 / 8800$ ). En de immigratie van vogels van de rest van Europa (inclusief Denemarken) naar Griend is 2,92% ( $100 \cdot 28,8 \cdot 11,2 = 257,1$  vogels). De immigratie van Griendse vogels naar Denemarken is 0,81% ( $100 \cdot 71,3 / 8000$ ) en van Europese vogels (inclusief Griend) naar Denemarken 7,31% ( $100 \cdot 71,3 / 12,2 = 584,4$  vogels).

*Tabel 7. De immigratie tussen 1980 en 1984 van buitenlandse grote sterns naar Denemarken. De kuikens zijn minimaal 4 jaar voor het terugvangjaar geringd, de adulte sterns minimaal 1 jaar voor het terugvangjaar. Broedvogels = tweemaal het aantal (geschatte) broedparen in het land van emigratie tussen 1980 en 1984; % immi = het percentage immigratie in Denemarken ( $100\% \cdot \% \text{ emigratie}^{\text{tabel 4}} \cdot \text{aantal broedvogels in eigen land} / \text{aantal broedvogels in Denemarken}$ );  $\% \text{ immi}^{\text{alle sterns}} = \% \text{ immi}^{\text{kuikens}} + \% \text{ immi}^{\text{adulte sterns}}$ .*

Land	Broedvogels	% immi <sup>kuikens</sup>	% immi <sup>adulte sterns</sup>	% immi <sup>alle sterns</sup>
Denemarken	6600			
DDR	2000	0,13	0	0,13
Zweden	2000	0	0	0
Polen <sup>2</sup>	600	0	0	0
BRD <sup>3</sup>	14.000	4,73	4,22 <sup>3</sup>	8,95 <sup>3</sup>
Griend	9500	5,35	0	5,35
Delta	7600	0	0	0
UK	34.000	1,03	9,17	10,20
Frankrijk <sup>3</sup>	7800	0	2,35 <sup>3</sup>	2,35 <sup>3</sup>
Estland <sup>2</sup>	600	0	0	0

<sup>1</sup>geschatte aantal, vanwege onvolledige informatie over ringinspanning

<sup>2</sup>magere gegevens, vanwege geringe ringinspanning in desbetreffende land

<sup>3</sup>vanwege geringe adulte ringinspanning berekend met gemiddelde emigratie van 1,99%

### 3.5 Mortaliteit

Men kan de mortaliteit aan de hand van de terugmeldingsinspanning, de ringinspanning of de leeftijdsopbouw van de populatie berekenen.

*Terugmeldingsinspanning* Wanneer men in de broedtijd tussen 1960 en 1995 naar het aandeel dode vogels in de terugmeldingen kijkt (tabel 8), dan ziet men grote verschillen in het percentage dood gevonden vogels tussen Nederland (76 van de 112 terugmeldingen: 67,9%, exclusief de 134 ringaflezingen) en Denemarken (41 van de 762 terugmeldingen: 5,4%). Het gebruik van deze methode is alleen zinvol bij een even grote jaarlijkse terugmeldingsinspanning in beide gebieden. Aangezien de terugmeldingsinspanning in Denemarken (waar in de jaren zeventig en tachtig veel kuikens en adulte sterns geringd en teruggevangen zijn) echter aanzienlijk verschilt van die in Nederland (waar wel kuikens, maar nauwelijks adulte vogels geringd en teruggevangen zijn en waar alleen in 1995 veel ringen zijn afgelezen), kan men beter gebruik maken van de methode in 3.1.2.

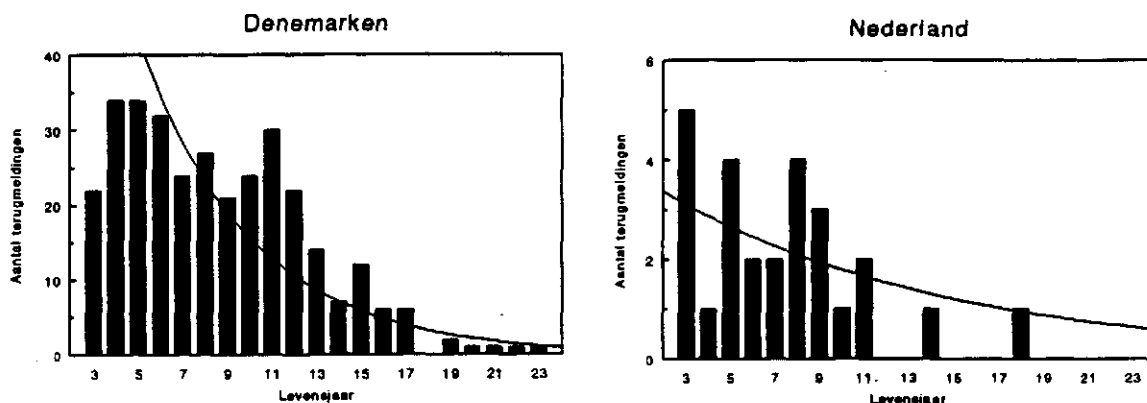
*Tabel 8. Het aantal terugmeldingen tijdens het broedseizoen van als kuiken en als adult geringde grote sterns in Denemarken, in Nederland (beide alleen teruggevangen of gevonden vogels) en op Griend (afgelezen vogels). Er is ook onderscheid gemaakt tussen de periode rond de vergiftiging (1960-1967) en na de vergiftiging (1968-1995).*

Terugmelding	Levend		Dood		Totaal	
	Kuiken	Adult	Kuiken	Adult	Kuiken	Adult
Denemarken 60-95	508	254	25	16	533	270
60-67	131	7	4	1	135	8
68-95	377	247	21	15	398	262
Nederland 60-95	36	0	75	1	111	1
60-67	9	0	18	0	27	0
68-95	27	0	57	1	84	1
Griend 92-95	109	23	2	0	111	23

*Ringinspanning* Wanneer men de dood gevonden vogels als percentage van het totale aantal geringde vogels bekijkt, dan worden de verschillen veel kleiner. Dit zijn geen absolute percentages, omdat slechts een deel van de dode vogels gevonden wordt. Maar de terugmeldingskans van dode vogels in Europa, vooral afhankelijk van de zoekintensiteit en de terugmeldingsbereidheid van vinders, is waarschijnlijk gelijk verdeeld over de verschillende gebieden dan de terugmeldingskans van levende vogels, die sterk afhankelijk is van de plaatselijke vang- en afleesinspanning. Dus de percentages dood gevonden sterns kunnen wel per gebied onderling vergeleken worden. Zo zijn er tussen 1960 en 1995 tijdens het broedseizoen zowel van de in Denemarken (41 van de 41.745 geringde vogels, 0,10%) als van de in Nederland (76 van de 33.758 geringde vogels, 0,23%) geringde grote sterns maar heel weinig dood gevonden (tabel 8). Dit significante verschil ( $\chi^2 = 19.37$ ,  $p < 0,001$ ) is gedeeltelijk veroorzaakt door een verhoogde sterfte in Nederland als gevolg van de vergiftiging halverwege de jaren zestig (dood gevonden tussen 1960-1967: Nederlandse grote sterns:  $18/3866 = 0,47\%$ ; Deense grote sterns:  $5/8171 = 0,06\%$ ,  $\chi^2 = 22,39$ ,  $p < 0,001$ ). Na de vergiftiging (1968-1990) is dit verschil verkleind, maar niet verdwenen (dood gevonden tussen 1968-1995: Nederlandse grote sterns:  $58/29817 = 0,19\%$ ; Deense grote sterns:  $36/33.538 = 0,11\%$ ,  $\chi^2 = 8.07$ ,  $p < 0,005$ ). De mortaliteit en/of de vindkans van gestorven Nederlandse grote sterns in het broedgebied is dus hoger dan die van de Deense grote sterns.

*Leeftijdsopbouw* Van de tussen 1960 en 1972 als kuiken geringde grote sterns worden relatief weinig jonge vogels (1-3 levensjaren) in de broedgebieden teruggemeld (Denemarken 5,0%: 17 van de 338, Nederland

3,7%: 1 van de 27). De meeste jonge vogels (1-3 jaar oud) overzomeren in West-Afrika en trekken niet naar West-Europa (Müller 1959, Veen 1977, Møller 1981, Cramp 1985). Aan de hand van het aantal terugmeldingen (van dood en levend teruggevonden adulte grote sterns, ouder dan 3 levensjaren) per levensjaar is de jaarlijkse adulte mortaliteit uitgerekend (fig. 7). De mortaliteit van de adulte Deense vogels (17,3%,  $n=321$ ) is veel hoger dan die van de Nederlandse vogels (7,6%,  $n=26$ ). Maar eigenlijk is de Nederlandse steekproef te klein voor een betrouwbare schatting van de mortaliteit.

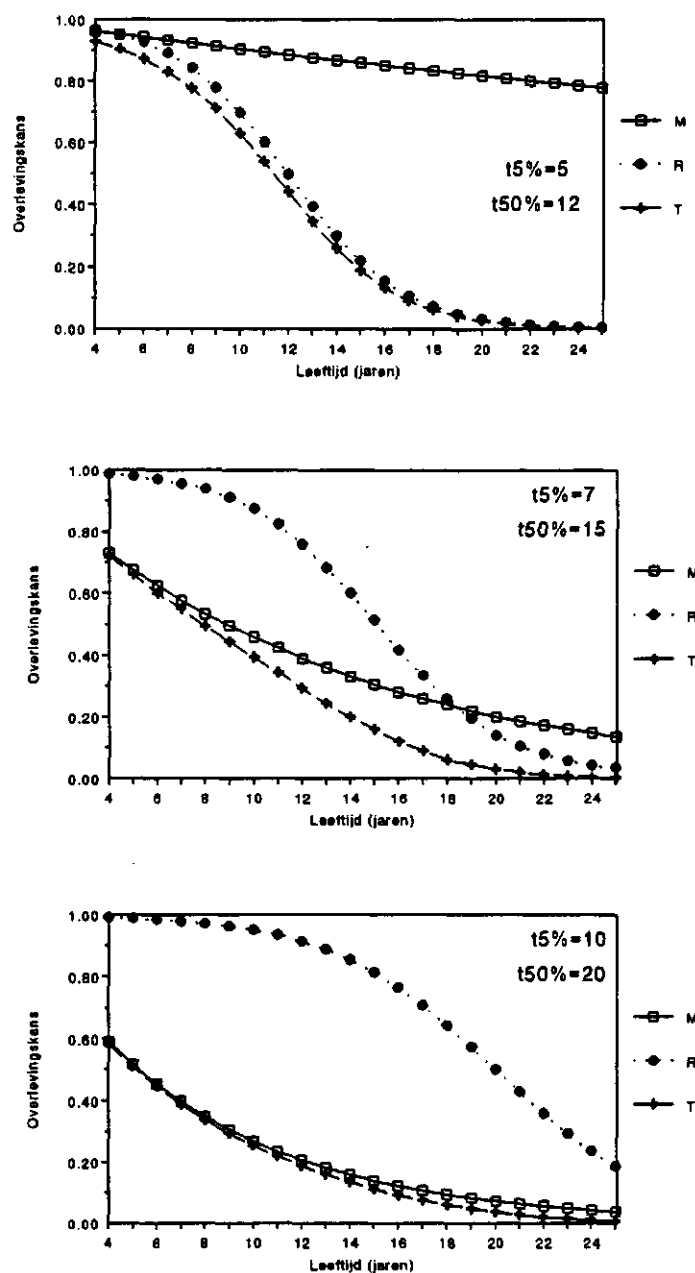


*Figuur 7. De leeftijdsopbouw van tussen 1960 en 1972 als kuiken geringde grote sterns, die tussen 1960 en 1995 levend of dood zijn teruggemeld in Denemarken (linker grafiek, exponentiële vergelijking van het aantal terugmeldingen per leeftijdscategorie  $t$ :  $76,78e^{-0,190t}$ ,  $R^2 = 0,855$ , jaarlijkse mortaliteit: 17,3%) of in Nederland (rechter grafiek, exponentiële vergelijking:  $3,37e^{-0,079t}$ ,  $R^2 = 0,325$ , jaarlijkse mortaliteit: 7,6%).*

Het is ook mogelijk om alle terugmeldingsgegevens te gebruiken en niet alleen die van vogels die de kans hebben gekregen om de 'maximale' leeftijd van 23 jaar te bereiken. Dit kan volgens onderstaand model, waarvan verdere bijzonderheden zijn beschreven in bijlage 3.

#### Model voor het schatten van de mortaliteit

De beschikbare gegevens zijn onvoldoende om alle 4 parameters (ringverlies  $a$ , mortaliteit  $b_m$ , tijd tot 5% ringverlies  $t5\%$  en tijd tot 50% ringverlies  $t50\%$ ) gezamenlijk te schatten. Op grond van Hatch & Nisbet (1983) en eigen interpretaties worden de a priori waarden van  $t5\%$  (5, 7 en 10 jaar) en  $t50\%$  (12, 15 en 20 jaar) als ringverliesparameters ingevuld om de parameters  $a$  en  $b_m$  te schatten (tabel 9). Nu blijkt  $b_m$  met name erg gevoelig voor de keuze van  $t50\%$ . Dit willen we illustreren aan de hand van drie verschillende schattingen (fig. 8).



*Figuur 8. Modelmatige relaties tussen leeftijd (in jaren) en mortaliteit (M), ringverlies (R) en voor ringverlies gecorrigeerde mortaliteit (totaal T) bij lage ( $t_{5\%} = 5$  jaar,  $t_{50\%} = 12$  jaar), midden ( $t_{5\%} = 7$  jaar,  $t_{50\%} = 15$  jaar) en hoge ( $t_{5\%} = 10$  jaar,  $t_{50\%} = 20$  jaar) combinaties van ringparameters  $t_{5\%}$  en  $t_{50\%}$  (aantal jaren dat het duurt voordat respectievelijk 5% en 50% van de ringen afgevallen is).*

**Tabel 9.** De afhankelijkheid van de geschatte mortaliteit ( $b_m$ ) van de ringverliesparameters  $t5\%$  en  $t50\%$  (in jaren), waarbij de geschatte standaardfout van alle positieve schattingen steeds 0,01 is; de negatieve mortaliteitswaarden zijn biologisch onmogelijk, omdat het aantal reeds geringde vogels niet toe kan nemen; \* zijn onmogelijke combinaties, want  $t5\%$  kan niet groter zijn dan of gelijk zijn aan  $t50\%$ .

$t50\%$	$t5\%$								
	1	5	6	7	8	9	10	15	20
10	-0,01	-0,12	-0,16	-0,23	-0,32	-0,41	*	*	*
11	0,03	-0,04	-0,07	-0,10	-0,13	-0,17	-0,21	*	*
12	0,05	0,01	0,00	-0,02	-0,04	-0,06	-0,07	*	*
13	0,07	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00	*	*
14	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	*	*
15	0,10	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	*	*
16	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	*
17	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	*
18	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	*
19	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	*
20	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	*
30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16
40	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
50	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
100	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16

### 1. Lage schatting.

De afhankelijkheid van  $t5\%$  is vooral van belang als  $t50\%$  laag is (bijvoorbeeld 12 jaar), omdat ringverlies dan de belangrijkste factor is geworden. Bij een  $t5\%$ -waarde van 5 jaar zijn de curves  $r$  en  $t$  nagenoeg identiek, waardoor de mortaliteit zeer gering wordt (1%, fig. 8, bovenste grafiek, tabel 9). Wanneer we van een nog lagere schatting uitgaan ( $t5\% = 5$  jaar,  $t50\% = 10$  jaar, ongeveer de waarden van Hatch & Nisbet 1983), dan ontstaat er een (biologisch onmogelijke) negatieve mortaliteit van -12%. Het ringverlies is dan zo sterk dat het aantal oorspronkelijk geringde vogels zou moeten toenemen om de gefitte waarden in overeenstemming te brengen met de gegevens.

### 2. Midden-schatting.

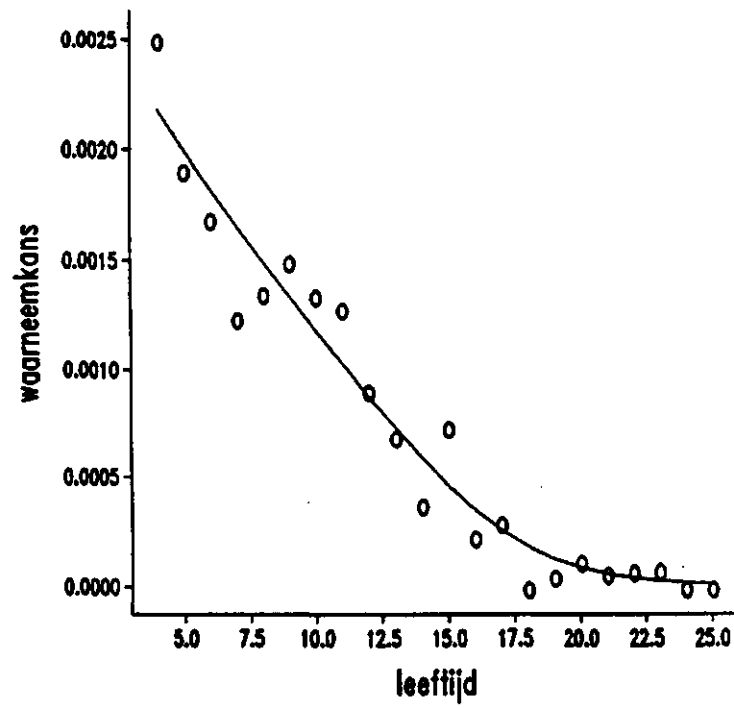
Een, vergeleken met Hatch & Nisbet (1983), conservatieve schatting van  $t5\% = 7$  jaar en  $t50\% = 15$  jaar, levert een mortaliteit op van 8% (fig. 8, middelste grafiek, tabel 9). Verhoging of verlaging van  $t50\%$  met slechts 1 jaar veroorzaakt een mortaliteitsverandering van 2%. Hier is het model dus erg gevoelig voor  $t50\%$ -waarden.

### 3. Hoge schatting.

Voor een hoge  $t50\%$ -waarde zijn de verschillen tussen de curves  $m$  en  $t$  gering. Dus speelt het ringverlies bij hoge  $t50\%$ -waarden nauwelijks een rol. Voor  $t5\% = 10$  jaar en  $t50\% = 20$  jaar komt de berekende mortaliteit uit op 13% (fig. 8, onderste grafiek). Bij een verdere verhoging van  $t50\%$  naar 40 of 50 jaar speelt het ringverlies helemaal geen rol meer en zou de geschatte mortaliteit uitkomen op 16% (tabel 9).

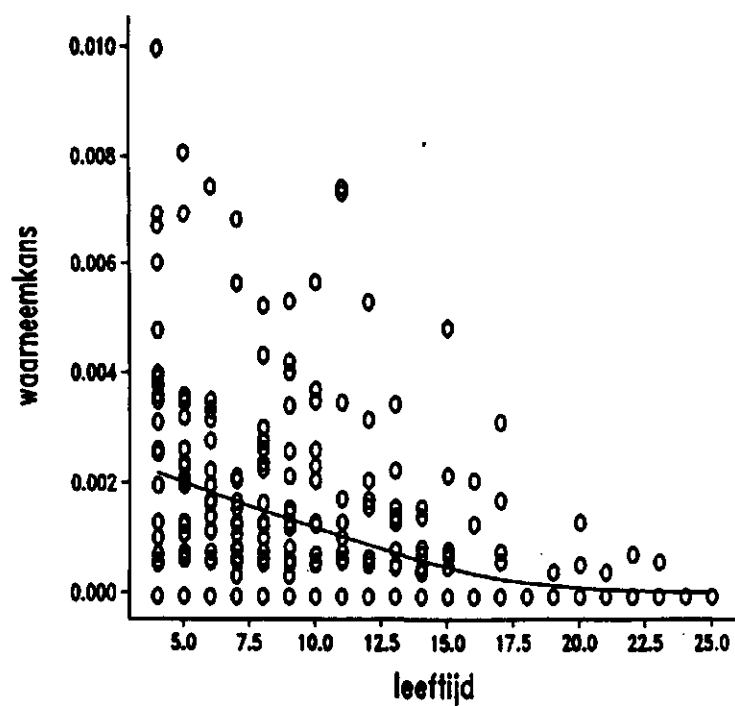
De bij mortaliteitsparameter  $b_m$  behorende standaardfout van 0,01 beschrijft alleen de onzekerheid met betrekking tot  $b_m$ , voortvloeiend uit de stochastiek van de waarnemingen. Met andere woorden, er wordt aangenomen dat het model exact is en dat de parameters voor ringverlies exact bekend zijn. Zelfs met deze aannames wordt voor de jaarlijkse mortaliteit een tamelijk breed interval verkregen, grofweg 6-10%. Inzicht in de extra onzekerheid ten gevolge van onbekendheid met de ringverliesparameters wordt verkregen door de berekeningen te herhalen voor andere combinaties van  $t5\%$  en  $t50\%$ . De schattingen voor mortaliteit  $b_m$  staan in tabel 9 (met een geschatte standaardfout van alle positieve schattingen van steeds 0,01).

Uit fig. 9 en 10 blijkt dat het model een redelijk goede fit aan de beschikbare gegevens oplevert, al suggereert fig. 9 dat behalve leeftijd wellicht nog andere factoren een rol kunnen spelen. De waarschijnlijke gemiddelde jaarlijkse mortaliteit van adulte grote sterns in Denemarken ligt dus tussen 7% en 13%.



*Figuur 9. Waarnemingen en gefitte waarden. Een waarnemingspunt (10 jaar, kans  $1/21 = 0,048$ ) valt buiten het afgebeelde kader. Ringparameters:  $t5\% = 7$ ,  $t50\% = 15$ .*





*Figuur 10. Waarnemingen (berekend per leeftijd) en gefitte waarden.  
Ringparameters:  $t5\% = 7$ ,  $t50\% = 15$ .*

## 4 DISCUSSIE

### 4.1 Populatie-samenstelling

Wanneer men de populatie-samenstelling van een gebied wilt bekijken, dan moet men het aantal ringterugmeldingen in dat gebied corrigeren voor de ringinspanningen in de gebieden waar die ringterugmeldingen vandaan komen. Dan kunnen grote verschuivingen optreden. Zo bestaat de populatie op Griend voor ongeveer 5% uit buitenlandse vogels (was ongecorrigeerd 5% tot 25%). In Denemarken blijft ook na correctie het aandeel buitenlanders ongeveer 10%.

Vervolgens heeft Rogier Pouwels voor dit rapport een model gemaakt voor de berekening van de populatie-opbouw aan de hand van onderstaande parameters.

1. constante populatie-grootte van 8200 broedparen in Nederland en 3700 broedparen in Denemarken
2. broedsucces is jaarlijks 0,7
3. overleving in het eerste jaar is 50%, daarna jaarlijks 90%
4. eerste broedpoging in jaar 4
5. emigratie van Griend naar Denemarken is 0,83 voor kuikens
6. emigratie van Denemarken naar Griend is 0,37 voor kuikens en 0,33 voor adulte vogels

Wanneer deze parameters worden ingevuld in het model, dan blijkt dat na 20 jaar 1,8% van de populatie op Griend uit in Denemarken geringde vogels zal bestaan en 1,0% van de Deense populatie uit op Griend geringde vogels.

### 4.2 Emigratie-afstand

Wanneer sterns eenmaal in een bepaalde kolonie gebroed hebben, zijn ze veel trouwer aan die kolonie dan wanneer ze in dat gebied geboren zijn. Wellicht heeft een jonge grote stern moeite om voor de eerste keer de juiste lokatie terug te vinden. De meeste jonge grote sterns zijn daar een aantal jaren niet geweest. Uit literatuuronderzoek (Müller 1959, Veen 1977, Mead 1978, Rooth 1980) blijkt 81% van de tweedejaars, 25% van de derdejaars, 16% van de vierdejaars en 9% van de ouderejaars immers in Afrika te overzomeren. Dit moet echter met een nauwkeuriger analyse van de Afrikaanse ringgegevens beter onderzocht worden. Verder kan een jonge grote stern, bij plaatsgebrek, meer moeite hebben om een plek in een kolonie te veroveren dan een stern die er reeds eerder gebroed heeft. Dit speelt bij visdieven in de Duitse Waddenzee in ieder geval een rol, wanneer alle geschikte broedplaatsen in een kolonie bezet worden door oudere vogels (P. Becker, pers. meded.). Waarschijnlijk als gevolg van een slechte haringstand, zagen in 1996 op Griend veel oude broedvogels af van broeden, waardoor veel jonge vogels een broedpoging konden wagen

---

(Stienen & Brenninkmeijer 1997).

Wanneer grote sterns niet in hun oude kolonie tot broeden komen, broeden ze zo dicht mogelijk bij de oude kolonie. Bij een migratie hebben de dichtstbijzijnde alternatieven de hoogste trefkans. Een voordeel hierbij is dat ze een aantal plaatselijke omstandigheden al kennen, waardoor ze minder tijd kwijt zijn met het zoeken naar goede foerageerplekken en het afwegen of ze een broedpoging zullen ondernemen.

#### 4.3 Migratie

**Recruterig** De recruterig van op Griend geboren grote sterns naar Griend is met 29,2% ongeveer even hoog als in Denemarken (24,4%). Bij het berekenen van de recruterig is uitgegaan van een eerstejaars overleving van  $0,8 \cdot 0,5 = 0,4$ . De meeste grote sterns komen pas na vier jaar tot broeden. De overleving tot broeden is dan  $0,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,292$ . Voor de juveniele sterns op Griend komt deze theoretische recruterig goed overeen met de berekende. Dit komt ook goed overeen met een eenvoudig populatie-dynamisch model voor zeevogels van Croxall & Rothery (1991), dat bij een gemiddeld broedsucces van 0,7 en een gemiddelde adulte overleving van 0,9 een gemiddelde recruterig van 0,3 berekent. Maar de Deense juveniele sterns hebben een wat lagere recruterig, die kan ontstaan door een hogere mortaliteit voor het uitvliegen, na het uitvliegen en/of in de overwinteringsgebieden. Er zijn geen goede gegevens bekend over het broedsucces van de grote stern in Denemarken. Dit dient nader onderzocht te worden, het liefst op een gestandaardiseerde manier. De overleving in Afrika dient met een ringanalyse berekend te worden. Dan kan bepaald worden of de Deense recruterig echt lager is dan op Griend of dat dit allemaal binnen de bereken-onnauwkeurigheid zit.

**Plaatstrouw** Wanneer grote sterns eenmaal in een bepaalde kolonie gebroed hebben, dan is de plaatstrouw aan die kolonie hoog. De plaatstrouw van grote sterns op Griend is met 92,7% nog hoger dan in Denemarken (74,6%). Dit ligt waarschijnlijk aan het verschil in de omstandigheden rond de broedkolonies in Denemarken en op Griend. Griend bestaat uit een hele grote kolonie, terwijl Denemarken uit veel kleine en een paar redelijk grote kolonies bestaat. De Deense kolonies liggen dicht bij elkaar, terwijl Griend op grote afstand ligt van de eerstvolgende grote kolonie. Hierbij dient echter opgemerkt te worden, dat er af en toe op korte afstand van Griend (op Texel, Vlieland, Terschelling, Ameland, Schiermonnikoog en Rottum) kleine of grote kolonies ontstaan. Deze tijdelijke kolonies worden doorgaans na een paar jaar weer opgegeven. Maar het is interessant om te onderzoeken welke vogels deze tijdelijke kolonies bevolken. Ook in Denemarken zijn veel kolonies vaak (tijdelijk) ongeschikt om er te broeden. De sterns van deze kolonies zijn geregeld gedwongen van broedkolonie te veranderen. Kolonies kunnen om verschillende redenen minder geschikt worden als broedgebied (Brenninkmeijer & Stienen 1992, 1994). De meest voorkomende oorzaken zijn:

- plaatsgebrek door afslag, bebouwing, verruiging van de vegetatie, of

kolonisatie door grote meeuwen (vooral zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw),

- verminderde veiligheid door de aanwezigheid van menselijke verstoring of van (land)predatoren en de afwezigheid van kokmeeuwen of andere, meer agressieve sternensoorten als visdief en noordse stern,
- overspoeling door regelmatige overstroming tijdens het broedseizoen,
- voedselgebrek door een verminderd visaanbod in de omliggende voedselgebieden als gevolg van overbevissing en/of door natuurlijke oorzaken.

*Europese migratie* Jaarlijks emigreren minder Deense grote sterns naar Griend (0,36%) dan Griendse grote sterns naar Denemarken (0,81%). De immigratie van Deense vogels naar Griend (0,33%) is lager dan van Griendse vogels naar Denemarken (0,89%). Jaarlijks emigreren meer grote sterns van Griend naar de rest van Europa (7,23%) dan van Denemarken naar de rest van Europa (2,95%). De gemiddelde jaarlijkse immigratie van de rest van Europa naar Griend (2,92%) is lager dan van de rest van Europa naar Denemarken (7,23%).

#### 4.4 Mortaliteit

Voor een betrouwbare vergelijking tussen de Deense en de Nederlandse mortaliteit zouden ook de Nederlandse gegevens geanalyseerd moeten worden. Helaas zijn hiervoor te weinig terugmeldingsgegevens van Nederlandse sterns in de broedgebieden. Daarom dienen er in een aantal Nederlandse en buitenlandse kolonies meer volwassen grote sterns te worden gevangen en/of afgelezen.

Binnen de range van mogelijke waarden voor ringverliesparameters blijkt de mortaliteit van Deense grote sterns allerlei waarden aan te kunnen nemen tussen 0% en 16%. Waarschijnlijk ligt de mortaliteit ergens tussen de 7% en de 13%. Om achter de werkelijke mortaliteit te komen, moeten de ringverliesparameters bekend zijn. Daarvoor is aanvullend onderzoek naar het jaarlijkse slijtpercentage van de ringen van de grote stern van alle gebruikte legeringen nodig. Ringverlies kan pas echt verwaarloosd worden als de ringverliesparameter  $t50\%$  op minimaal 30-40 jaar gesteld kan worden. Dit kan alleen gegarandeerd worden bij het gebruik van stalen ringen (Stienen & Brenninkmeijer 1995). Het is daarom erg belangrijk dat alle ringers van grote sterns en andere langlevende vogelsoorten, voor zover ze dat niet al doen, zo snel mogelijk overstappen op het gebruik van stalen ringen.

Voor een vergelijking met de door Brenninkmeijer & Stienen (1992) gevonden mortaliteit, die gebaseerd is op alle terugmeldingen van dood gevonden vogels (het hele jaar door en zowel in Afrika als in Europa), moet de Deense mortaliteit op dezelfde manier geanalyseerd worden. De gegevens van Deense sterns in Afrika zijn voor dit rapport niet opgevraagd en geanalyseerd. In de overwinteringsgebieden in West-Afrika worden veel, vooral jonge, onervaren sterns gevangen door de lokale jeugd, voor het plezier of om als voedsel te dienen (Dunn 1981, Meininger 1988, Dubois &

Rouge 1990, Green *et al.* 1990). In jaren met slecht weer of voedselschaarste in de overwinteringsgebieden foerageren meer, vooral jonge, sterns dicht bij de vissersdorpen, waardoor ze een grotere kans hebben om gevangen te worden (Gibbons *et al.* 1993). Dit kan grote gevolgen hebben voor de recrutering van bepaalde jaarklassen. Zo blijkt uit Britse ring-analyses, dat uit cohorten eerstejaars waarvan er veel weggevangen zijn, minder broedvogels voortkomen dan uit cohorten waarvan er weinig weggevangen zijn (Green *et al.* 1990). Maar om hier Europese uitspraken over te kunnen doen, zijn alle terugmeldingsgegevens van in Europa geringde vogels nodig.

Zolang er geen nauwkeuriger schatting berekend is, gaan we uit van een gemiddelde jaarlijkse mortaliteit van adulte grote sterns van 10%, in overeenstemming met DiConstanzo (1980). Dit is veel lager dan de 16,8-23,7% van Brenninkmeijer & Stienen (1992), maar deze waarden zijn berekend aan de hand van de leeftijdsopbouw van alle (ook buiten het broedseizoen en buiten de broedgebieden) dood teruggevonden, in Nederland geringde sterns, zonder rekening te houden met ringverlies.

#### 4.5 Populatie-dynamiek

In Europees verband lijkt Griend een 'bron' van grote sterns te zijn, aangezien er meer sterns emigreren dan immigreren en er sprake is van een emigratie-overschot. Denemarken lijkt een 'put', omdat er meer sterns naar Denemarken immigreren dan emigreren, waardoor een immigratie-overschot ontstaat. Tussen 1966 en 1995 is de populatie op Griend gegroeid, ondanks het emigratie-overschot. De Deense populatie is in deze periode gestabiliseerd, mede dankzij het immigratie-overschot. Deze resultaten stemmen niet overeen met de veronderstelling van Van Boven & Schobben (1993). Volgens hun model moest er een immigratie-overschot zijn om de populatie op Griend constant te houden. Waarschijnlijk waren de parameters van hun model niet geheel correct, alhoewel ook onze migratieparameters niet correct zouden kunnen zijn. Het geringe herstel van de Nederlandse populatie kan dus niet verklaard worden aan de hand van immigratie en emigratie, want dan zou er een immigratie-overschot moeten zijn. Er moet dus iets anders aan de hand zijn. Dit dient nader onderzocht te worden.

## 5 CONCLUSIES

### *Populatie-samenstelling*

- voor het bepalen van de populatie-samenstelling moet men corrigeren voor de ringinspanning
- de populatie op Griend bestaat voor ongeveer 5% (ongecorrigeerd 22%) uit buitenlandse grote sterns
- de populatie in Denemarken bestaat voor ongeveer 13% (ongecorrigeerd 9%) uit buitenlandse vogels

### *Emigratie-afstand*

- een grote stern broedt zo dicht mogelijk bij zijn oude kolonie

### *Recrutering en plaatstrouw*

- de recrutering op Griend van 29,2% komt goed overeen met de theoretisch berekende recrutering (waarin broedsucces 0,7 en adulte overleving 0,9 is) en is iets hoger dan in Denemarken (24,4%)
- de plaatstrouw op Griend is met 92,7% veel hoger dan in Denemarken (74,6%), waarschijnlijk omdat de broedkolonies in Denemarken kleiner zijn, dichter bij elkaar liggen en vaker (tijdelijk) ongeschikt zijn om te broeden
- een grote stern, die eenmaal in een bepaalde kolonie gebroed heeft, is trouwer aan die kolonie dan een stern, die in die kolonie geboren is

### *Emigratie*

- de gemiddelde jaarlijkse emigratie van Deense grote sterns naar Griend is 0,36%
  - de gemiddelde jaarlijkse emigratie van Griendse grote sterns naar Denemarken is 0,81%
  - jaarlijks emigreren meer grote sterns van Griend naar de rest van Europa (7,23%) dan van Denemarken naar de rest van Europa (2,95%)
  - Griend heeft een emigratie-overschot en lijkt een 'bron' van grote sterns te zijn
-

*Immigratie*

- de jaarlijkse immigratie van Deense vogels naar Griend bedraagt gemiddeld 0,33%
- de jaarlijkse immigratie van Griendse vogels naar Denemarken bedraagt gemiddeld 0,89%
- de gemiddelde jaarlijkse immigratie van de rest van Europa naar Griend (2,92%) is lager dan van de rest van Europa naar Denemarken (7,31%)
- Denemarken heeft een immigratie-overschot en lijkt een 'put' van grote sterns te zijn

*Mortaliteit*

- de jaarlijkse adulte mortaliteit in Denemarken ligt tussen de 0-16%, waarschijnlijk tussen de 7-13%; 10% lijkt voorlopig een redelijke schatting van de gemiddelde jaarlijkse adulte mortaliteit
  - ringverlies is erg belangrijk bij het bepalen van de mortaliteit; om ringverlies te voorkomen, dienen stalen ringen gebruikt te worden
  - aan de hand van een populatie-dynamisch model zal over 20 jaar 1,8% van de populatie op Griend uit in Denemarken geringde vogels bestaan en 1,0% van de Deense populatie uit op Griend geringde vogels
-

## 6 AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK

- (1) Bepaling van de ringverlies-parameters voor de verschillende aluminium legeringen van de ringen van de grote stern.
  - (2) Ringverlies kan pas echt verwaarloosd worden als de ringverliesparameter  $t_{50\%}$  op minimaal 30 - 40 jaar gesteld kan worden. Dit is alleen het geval bij het gebruik van stalen ringen. Het is daarom erg belangrijk dat alle ringers van grote sterns, voor zover ze dat niet al doen, zo snel mogelijk overstappen op het gebruik van stalen ringen.
  - (3) Continuering van ringaflezingen en het ringen van kuikens en adulte grote sterns op Griend.
  - (4) Starten van ringaflezingen en vangsten van adulte grote sterns in andere gebieden, zoals de Zeeuwse Delta, de overige Waddenzee en Denemarken.
  - (5) Analyse van de mortaliteit van de grote stern in de overwinteringsgebieden in Afrika aan de hand van ringterugmeldingen.
-



## DANKWOORD

In het bijzonder bedanken wij Einar Flensted-Jensen en Anders Pape Møller, van wie we nagenoeg alle gegevens van terugmeldingen van Deense broedvogels hebben ontvangen. Verder willen we Rinse Wassenaar van de Euring centrale en het Nederlandse Vogeltrekstation in Heteren bedanken voor alle moeite die hij zich getroost heeft om de ringinspanning van de Europese grote stern te achterhalen. Ook bedanken we Marie Wieloch (ringcentrale Polen), Ib Clausager, Kjeld T. Pedersen en Einar Flensted-Jensen (ringcentrales Denemarken), Paul Isenmann, Nicolas Sadoul en de Société pour l'Étude et la Protection de la Nature en Bretagne (SEPNB, ringcentrale Frankrijk), Jackie Clark (ringcentrale Groot-Brittannië en Ierland), Klaus-Michael Exo (ringcentrale Duitsland) en Filip de Ruwe (Werkgroep Zeebrugge, KBIN Brussel, België), die aanvullende gegevens over ringinspanningen of broedvogelaantallen hebben toegestuurd. Verder bedanken we Rogier Pouwels en Hilko van der Voet voor het vervaardigen van de populatiedynamische modellen in dit rapport. Ook de overige collega's van de sectie Vogels van het IBN-DLO te Arnhem willen we bedanken voor de vruchtbare discussies naar aanleiding van de soms ingewikkelde migratie- en populatie-problematiek. Ed Hazebroek willen we bovendien bedanken voor het vervaardigen van de tekening op de voorkant van het rapport. En ten slotte bedanken we John Schobben, Stefan Schröder en Arie Spaans voor het kritisch doornemen van eerdere versies van dit verslag.

---

## SAMENVATTING

De grote stern is door het RIKZ als indicator-soort gekozen voor de kwaliteit van het mariene milieu. Hiervoor is een populatie-dynamisch computermodel ontwikkeld, waarmee de oorzaken onderzocht worden voor het geringe herstel van de Nederlandse populatie na de crash in de jaren zestig. In dit rapport zijn mortaliteit, emi- en immigratie van de soort in West-Europa geanalyseerd, op basis van terugmeldingen van in de Europese broedgebieden geringde vogels.

De mortaliteit van adulte Deense grote sterns ligt rond 10% per jaar. Afhankelijk van het ringverlies ligt de mortaliteit tussen 0 en 16%, en waarschijnlijk tussen 7 en 13%. Om dit precies uit te rekenen, zou het jaarlijkse ringverlies bepaald dienen te worden.

De emigratie van Deense sterns naar Griend is gemiddeld 0,36% per jaar. Dit is lager dan de emigratie van Griendse sterns naar Denemarken (0,81% per jaar). Er emigreren ook minder sterns van Denemarken naar de rest van Europa (2,95% per jaar) dan van Griend naar de rest van Europa (7,23% per jaar). De immigratie van Deense vogels op Griend is met gemiddeld 0,33% per jaar lager dan die van Griendse vogels in Denemarken (0,89% per jaar). Ook de immigratie van de rest van Europa op Griend (2,92% per jaar) is lager dan van de rest van Europa in Denemarken (7,31% per jaar).

Met een vereenvoudigd populatie-dynamisch model is berekend dat over 20 jaar 1,8% van de populatie op Griend uit in Denemarken geringde vogels bestaat en 1,0% van de Deense populatie uit op Griend geringde vogels.

Griend heeft dus een emigratie-surplus (en fungeert daarmee als een 'bron' voor de populatie elders), terwijl Denemarken een immigratie-surplus heeft (een 'put'). Deze resultaten stemmen niet overeen met de veronderstelling van Van Boven & Schobben (1993). Volgens hun model moest er een immigratie-surplus zijn om de populatie op Griend constant te houden. Mogelijk zijn de parameters van hun model niet geheel correct, alhoewel ook onze migratie-parameters niet correct zouden kunnen zijn.

---

## SUMMARY

The Sandwich Tern has been chosen by the RIKZ as an indicator species for the quality of the marine environment. To investigate the possible causes of the poor recovery of the Dutch population after the crash in the 1960s, a population dynamic computer model has been developed. In the present report, mortality, emigration and immigration of West European Sandwich Terns have been analysed, based on recoveries of birds ringed in European breeding colonies.

Mortality rates of adult Danish Sandwich Terns amount to 10% per year. Based on ring loss rates, the mortality lies between 0 and 16%, and probably between 7 and 13%. For more precise mortality calculations the annual ring loss should be calculated.

Emigration of Danish terns to Griend is on average 0.36% per year. This is lower than the emigration of terns from Griend to Denmark (0.81% per year). Also a smaller proportion emigrates from Denmark to the rest of Europe (2.95% per year) than from Griend to the rest of Europe (7.23% per year). Immigration from Danish terns in Griend (0.33% per year) is lower than that of terns from Griend in Denmark (0.89% per year). Also the immigration of the rest of Europe in Griend (2.92% per year) is lower than from the rest of Europe in Denmark (7.31% per year).

With a simplified population dynamic model it was calculated that within 20 years 1.8% of the population on Griend will consist of Danish terns, while 1.0% of the Danish population will consist of terns from Griend.

So Griend acts as a European 'source' of Sandwich Terns (emigration surplus), while Denmark can be noted as a 'sink' (immigration surplus). These results do not corroborate with the assumption of Van Boven & Schobben (1993). According to their model there had to be an immigration surplus on Griend in order to maintain a constant population on the island. Possibly, their parameters were not quite correct. Alternatively, our migration parameters might not be correct.

---

## LITERATUUR

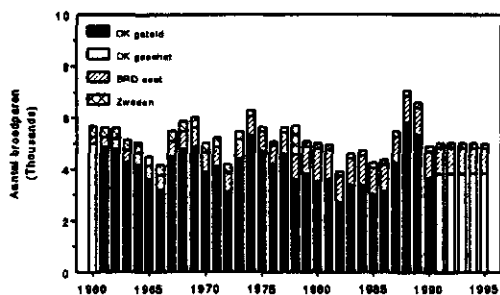
- Bailey, E.E., G.E. Woolfenden & W.B. Robertson 1987. Abrasion and loss of bands from Dry Tortugas Sooty Terns. *Journal of Field Ornithology* 58: 413-560.
- Becker, P.H. 1991. Population and contamination studies in coastal birds: the Common Tern *Sterna hirundo*. In: C.M. Perrins, J.D. Lebreton & G.J.M. Hirons (eds) *Birds population studies: relevance to conservation and management*. Oxford University Press, Oxford; 433-460.
- Beintema, A.J. & G.J.D.M. Müskens 1982. Changes in the migration pattern of the Common Snipe. *Proc. 2nd European Woodcock and Snipe Research Group, International Waterfowl Research Bureau, Slimbridge*: 146-160.
- Bosveld, A.T.C., J. Gradener, M. van Kampen, A.J. Murk, E.H.G. Evers & M. van den Berg 1993. Occurrence and effects of PCBs, PCDDs and PCDFs in hatchlings of the Common Tern *Sterna hirundo*. *Chemosphere* 27: 419-427.
- Boven, R.M. van & J.H.M. Schobben 1993. Risico-analyse voor een indicatorsoort van het zeemilieu: de populatiedynamica van de grote stern in Nederland. RWS-rapport DGW-93.006, Dienst Getijdewateren, Rijkswaterstaat, Den Haag.
- Brenninkmeijer, A. & E.W.M. Stienen 1992. Ecologisch profiel van de grote stern (*Sterna sandvicensis*). RIN-rapport 92/18. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Brenninkmeijer, A. & E.W.M. Stienen 1994. Pilot study on the influence of feeding conditions at the North Sea on the breeding results of the Sandwich Tern *Sterna sandvicensis*. IBN Research Report 94/10. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Brenninkmeijer, A., Stienen, E.W.M. & P.G.M. van Tienen 1996. Griend, vogels en bewaking 1996. Eigen uitgave, Arnhem.
- Brenninkmeijer, A., E.W.M. Stienen, M. Klaassen & M. Kersten 1998. Feeding ecology of wintering terns in Guinea-Bissau. In prep.
- Brink, N. van den 1997. Directed transport of volatile organochlorine pollutants to polar regions: the effect on decontamination pattern of antarctic seabirds. *Science of the total Environment* (submitted).
- Brouwer, G.A., J.W. van Dieren, W. Feekes, G.W. Harmsen, J.G. ten Houten, W.J. Kabos, J.P. Mazure, A. Scheigron, P. Tesch & A. van der Werff 1950. Griend, vogeleiland in de Waddenzee. Nijhoff, Den Haag.
- Cramp, S. 1985. *Handbook of Europe, the Middle East and North Africa: the birds of the western Palearctic. Volume IV, terns to woodpeckers*. Oxford University Press, Oxford.
- Croxall, J.P. & P. Rothery 1991. Population regulation of seabirds: implications of their demography for conservation. In: Perrins, C.M., J.-D. Lebreton & G.J.M. Hirons (eds), *Bird population studies*. Oxford University Press, Oxford: 272-296.
- Derks, P. & K. de Kraker 1997. Verslag Hompelvoet/Markenje 1996. Bureau Sandvicensis, Burgh-Haamstede.
- DiConstanzo, J. 1980. Population dynamics of a Common Tern colony. *Journal of Field Ornithology* 51: 229-243.
-

- Dubois, P.J. & A. Rouge 1990. Danger pour les sternes hivernant en Afrique de l'Ouest. *Oiseau* 21: 27.
- Dunn, E.K. 1972. Effect of age on the fishing ability of Sandwich Terns *Sterna sandvicensis*. *Ibis* 114: 360-365.
- Dunn, E.K. 1981. Roseates on a lifeline. *Birds* 8: 42-45.
- Meininger, P.L. 1988. A preliminary investigation of tern catching in Senegal, winter 1987/88. ICBP study report 35, International Council for Bird Preservation, Cambridge.
- Genstat 5 Committee 1995. Genstat 5 Release 3.2 Reference Manual Supplement. Paragraaf 8.6, Numerical Algorithms Group, Oxford.
- Gibbons, D.W., J.B. Reid & R.A. Chapman 1993. The new atlas of breeding birds in Britain and Ireland: 1988-1991. Poyser, London.
- Glutz von Blotzheim, U.N. & K.M. Bauer 1982. Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 8/2: Charadriiformes III. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- Green, R.E., S.R. Baillie & M.I. Avery 1990. Can ring recoveries help to explain the population dynamics of British terns? *The Ring* 13: 133-137.
- Hälterlein, B. & K. Behm-Berkelmann 1991. Brutvogelbestände an der deutschen Nordseeküste im Jahre 1990 - Vierte Erfassung durch die Arbeitsgemeinschaft 'Seevogelschutz'. *Seevögel* 12: 47-51.
- Hansohn, E. 1991. Brutpaaraufstellung aus unseren Schutzgebieten 1990. *Seevögel* 12: 24.
- Hatch, J.J. & I.C.T. Nisbet 1983. Band wear and band loss in Common Terns. *Journal of Field Ornithology* 54: 1-16.
- Henry, J. & J.Y. Monnat 1981. Oiseaux marins nicheurs de la façade atlantique française. Non-published report. Société pour l'Etude et la Protection de la Nature en Bretagne, Brest.
- Lloyd, C., M.L. Tasker & K. Partridge 1991. The status of seabirds in Britain and Ireland. Poyser, London.
- Maout, J. 1990. État actuel des populations d'oiseaux marin de Bretagne. *Penn ar bed* 136: 9-10.
- Mead, C.J. 1978. Tern mortality in West-Africa as shown by British and Dutch ringing results. *Ibis* 120: 110.
- Møller, A.P. 1978. Breeding schedule, colony size, clutch size and nestling production in some Charadriiformes species on Læsø, North Jutland. *Dansk Ornitologisk Forenings Tidsskrift* 72: 41-50.
- Møller, A.P. 1981. The migration of European Sandwich Terns *Sterna s. sandvicensis*. *Vogelwarte* 31: 74-94, 149-168.
- Müller, H. 1959. Die Zugverhältnisse der europäischen Brandseeschwalben *Sterna sandvicensis* nach Beringungsergebnissen. *Vogelwarte* 20: 91-115.
- Nehls, H.W. 1969. Zur Umsiedlung, Brutortstreue und Brutreife der Brandseeschwalbe *Sterna sandvicensis* nach Ringfunden auf Langerwerder. *Vogelwarte* 25: 52-57.
- Orbie, G. 1991. De grote stern *Sterna sandvicensis* nieuwe broedvogel voor België. *Mergus* 5: 3-12.
- Oude Voshaar, J.H. 1994. Statistiek voor onderzoekers. Wageningen Pers, Wageningen.
- Rooth, J. 1980. Sandwich Tern *Sterna sandvicensis* Latham. In: Smit, C.J. & W.J. Wolff (eds), *Birds of the Wadden Sea*. Balkema, Rotterdam; 250-258.
-

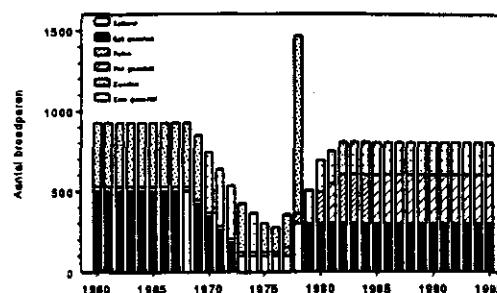
- Rooth, J. 1989. De Nederlandse broedpopulatie van de grote stern *Sterna sandvicensis* in 1961-1988. *Limosa* 62: 121-124.
- Rose, P.M. & D.A. Scott 1994. Waterfowl Population Estimates. IWRB Publication 29, International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, Slimbridge.
- Rydzewski, W. 1978. The longevity of ringed birds. *Ring* 96-97: 218-262.
- Schröder, S.E., J.H.M. Schobben & P.L. Meininger 1996. Een populatiemodel voor de Visdief *Sterna hirundo*. Rapport RIKZ-96.021, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag.
- Spendelow, J.A., J. Burger, I.C.T. Nisbet, J.D. Nichols, J.E. Hines, H. Hayes, G.D. Cormons & M. Gochfeld 1994. Sources of variation in loss rates of color bands applied to adult Roseate Terns (*Sterna dougallii*) in the western North Atlantic. *Auk* 111: 881-887.
- Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer 1994. Voedseleecologie van de grote stern (*Sterna sandvicensis*): onderzoek ter ondersteuning van een populatiedynamisch model. IBN-rapport 120. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer 1995. Stalen ringen: investering in de toekomst. *Op het Vinkentouw* 77: 10-12.
- Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer 1997. Fluctuaties in de lokale voedselbeschikbaarheid in relatie tot de populatiedynamiek van de Grote Stern *Sterna sandvicensis*. Beon-rapport, IBN-DLO Wageningen.
- Veen, J. 1977. Functional and causal aspects of nest distribution in colonies of the Sandwich Tern *Sterna s. sandvicensis* Lath. Brill, Leiden.
- Veen, J. & J. van der Kam 1988. Griend vogeleiland in de Waddenzee. Natuurmonumenten, 's-Graveland/Terra, Zutphen.
- Voet, H. van der 1997. Schatting mortaliteit uit terugrapportages geringde grote sterns. GLW-Notitie HVO-97-02, Groep Landbouwwiskunde Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen.
- Walsh, P.M., J. Sears & M. Heubeck 1991. Seabird numbers and breeding success in 1990. Nature Conservancy Council CSD report 1235.
-

*Bijlage 1. Het verloop van het aantal broedparen van de West-Palearctische grote stern in de verschillende deelgebieden tussen 1960 en 1995 (Nehls 1969, Dunn 1972, Henry & Monnat 1981, Møller 1981, Glutz von Blotzheim & Bauer 1982, Cramp 1985, Maout 1990, Hälterlein & Behm-Berkelmann 1991, Hansohn 1991, Lloyd et al. 1991, Orbie 1991, Walsh et al. 1991, Brenninkmeijer & Stienen 1992, Brenninkmeijer et al. 1996, Derks & de Kraker 1997).*

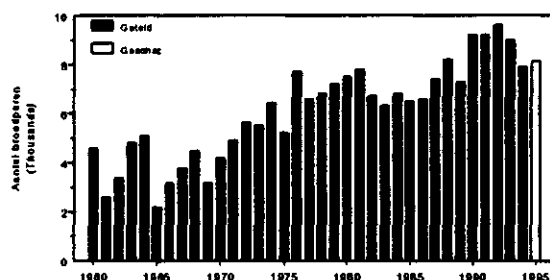
Denemarken, Oost-Duitsland &amp; Zweden



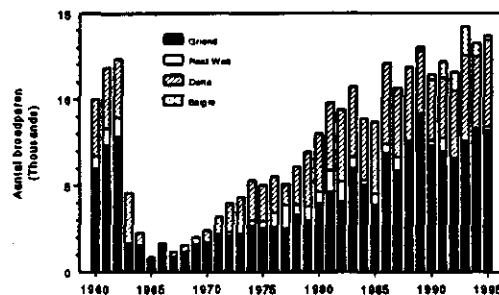
Oostzee



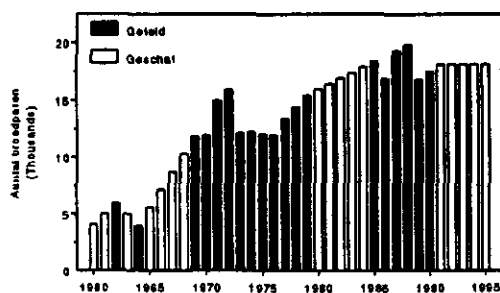
Duitse Bucht



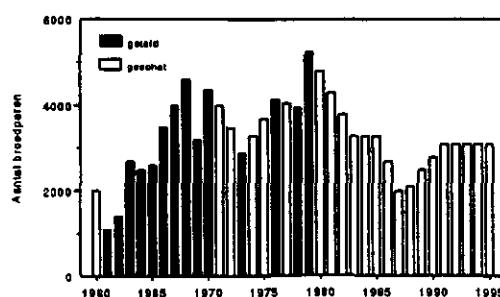
Nederland &amp; België



UK en Ierland



Frankrijk-Atlantische Oceaan



*Bijlage 2. Het aantal tussen 1967 en 1994 teruggevangen Deense grote sterns (N) van een bepaalde leeftijd (in jaren) met bijbehorende aantal tussen 1960 en 1990 geringde sterns (Nring: sommatie van het aantal kuikens dat geringd is) en de waarneemkans (N/Nring).*

Leeftijd	N	Nring	Waarneemkans
4	86	34.329	0,0025052
5	66	34.490	0,0019136
6	59	34.817	0,0016946
7	43	34.547	0,0012447
8	44	32.382	0,0013588
9	49	32.642	0,0015011
10	42	31.123	0,0013495
11	38	29.451	0,0012903
12	25	27.531	0,0009081
13	18	26.042	0,0006912
14	9	23.898	0,0003766
15	17	23.122	0,0007352
16	5	21.866	0,0002287
17	6	20.543	0,0002921
18	0	18.936	0,0000000
19	1	18.906	0,0000529
20	2	16.941	0,0001181
21	1	15.772	0,0000634
22	1	13.845	0,0000722
23	1	12.682	0,0000789
24	0	9961	0,0000000
25	0	9979	0,0000000



*Bijlage 3. Statistisch model van de leeftijdsopbouw van de adulte broedpopulatie, waarmee de mortaliteit is berekend. Dit model is vervaardigd door Hilko van der Voet.*

Een geringde vogel kan niet meer in de populatie aanwezig zijn omdat deze is gestorven of omdat deze geen ring meer draagt.

#### A. Mortaliteit

De vogel is gestorven of geëmigreerd naar een gebied waar deze vogel niet wordt teruggevangen. Voor het model voegen we dit samen tot 'mortaliteit'. Een eenvoudig model voor mortaliteit van adulte vogels (ouder dan 3 jaar) is een constante relatieve sterfte. Dit komt overeen met een exponentieel model voor de kans op overleving:

$$\pi_m(t) = e^{(-b_m * t)}$$

waarbij  $t$  de leeftijd voorstelt. De jaarlijkse mortaliteit is

$$m = 1 - e^{(-b_m)} \approx b_m$$

#### B. Ringverlies

Spendelow *et al.* (1994) vonden een lineair jaarlijks kleurringverlies van 13% bij dougall's sterns *Sterna dougallii*. Mogelijk werden de ringen van de poten getrokken als ze vast bleven zitten in stugge, houtige vegetatie of als ze door roofvissen werden aangevallen. Maar deze kleurringen waren van kunststof en hadden een veel kortere levensduur dan metalen ringen. Verlies van metalen ringen treedt voornamelijk op door slijtage van binnen uit als gevolg van de wrijving tegen de tarsus. Dit proces kan door schurende zandkorrels, urinezuur uit de faeces en zeewater en door beschadiging versneld worden (Bailey *et al.* 1987). Zij achtten het onwaarschijnlijk dat de metalen ringen door de sterns van de poten konden worden getrokken, omdat de ringen hiervoor te stevig waren. Bailey *et al.* (1987) vonden ook een lineaire afname van gewicht van metalen ringen van de bonte stern *Sterna fuscata* van 0,57% per jaar. Zij troffen geen ringen aan die lichter waren dan 86% van hun oorspronkelijke gewicht. Hiermee berekenden ze dat de ringen tussen 14 en 37 jaar zouden afvallen. Maar de jaarlijkse slijtage van ringen varieert sterk per vogelsoort en per gebruikte legering (van 9,55 tot 0,57%, Bailey *et al.* 1987). Het is onbekend hoeveel de jaarlijkse slijtage van de ringen van de grote stern is, maar het ringverlies van de visdief (tussen 4,08% en 5,42%, Hatch & Nisbet 1983) is als leidraad genomen (bijlage 2). Schröder *et al.* (1996) berekenden bij visdieven een vermindering van 3% bij een veronderstelde lineaire afname van het aantal metalen ringen, waarbij theoretisch de eerste 5 jaar geen verliezen optreden en na 15 jaar de helft van de ringen verloren is gegaan. Er is

echter voor dit model uitgegaan van een logistische afname van het aantal ringen, omdat een ring bij lineaire slijtage een steeds grotere kans heeft om af te vallen.

Hatch & Nisbet (1983) hebben bij de visdief de kans op het verlies van Engelse 4,2 mm aluminium-legering ringen berekend. Aan de hand van gewichtsaftnames van deze ringen trad er na 4,0 - 6,4 jaar een ringverlies van 5% en na 7,1 - 11,5 jaar een ringverlies van 50% op. De in Denemarken gebruikte aluminium ringen zijn wat groter (5,5 mm), waardoor de verwachte levensduur van deze ringen wat langer is. Aangezien ringverlies tijdens de eerste levensjaren nauwelijks voorkomt, maar in de loop van het leven (van de ring en dus de vogel) steeds vaker, kan dit worden samengevat in een logistisch model:

$$\pi_r(t) = \frac{1}{1 + e^{b_r * (t - m_r)}}$$

Dit model wordt gekarakteriseerd door 2 parameters:

t5% : de tijd (in jaren) waarna 5% ringverlies is opgetreden  
t50% : de tijd (in jaren) waarna 50% ringverlies is opgetreden

De omrekening is als volgt:

$$b_r = \frac{\ln\left(\frac{1}{0.95} - 1\right)}{t5\% - t50\%}$$

$$m_r = t50\%$$

Een bruikbaar statistisch model voor de kans op waarnemen in jaar j van een vogel, geringd in jaar i is:

$$\pi_j = a * \pi_m(j-i) * \pi_r(j-i)$$

Voor de waarnemingen  $n_{ij}$  (aantal vogels geringd in jaar i en waargenomen in jaar j) kan men een binomiale verdeling aannemen met als binomiale index  $N_i$  (het totale aantal in jaar i geringde vogels). Dit model is een gegeneraliseerd niet-lineair model (Oude Voshaar 1994) en kan gefit worden met het statistisch programma Genstat 5 Release 3.2 (Genstat 5 Committee 1995). Indien men twijfels heeft over de onafhankelijkheid van de waarnemingen, kan men het model iets flexibeler maken door de dispersiefactor (die bij een binomiale verdeling theoretisch 1 is) vrij te laten schatten.

*Bijlage 4. De emigratie van grote sterns naar Denemarken tussen 1980 en 1984, gebaseerd op vang- en ringinspanning. Kuiken = minimaal 4 jaar eerder als kuiken geringd; Adult = minimaal 1 jaar eerder als adult geringd; N = aantal teruggevangen geringde vogels;  $N^{cor}$  = voor vanginspanning gecorrigeerde aantal teruggevangen geringde vogels;  $S^{ring}$  = met leeftijdsspecifieke overleving (kuiken:  $0,8 \cdot 0,5 = 0,4$ ; subadult en adult: 0,9) gecorrigeerde aantal nog in leven zijnde geringde vogels; % = percentage van de nog in leven zijnde populatie van een land dat naar Denemarken is geemigreerd.*

Land	N	$N^{cor}$	$S^{ring}$	%gewogen	%sd
1984 Kuikens:					
Denemarken	15	802,25	3229,66	24,84	25,29
DDR	0	0	1605,13	0,00	0
Zweden	0	0	643,36	0,00	0
Polen	0	0	27,91	0,00	0
BRD	0	0	3262,03	0,00	0
Griend	1	53,48	1479,78	3,61	11,11
Delta	0	0	853,38	0,00	0
UK	0	0	8852,73	0,00	0
Frankrijk	0	0	1235,62	0,00	0
Totaal	1	53,48	17959,94	0,30	

Land	N	$N^{cor}$	$S^{ring}$	%gewogen	%sd
1984 Adulte vogels:					
Denemarken	23	1229,88	1711,5	71,86	52,83
DDR	0	0	365,94	0,00	0
Zweden	0	0	71,26	0,00	0
Polen	0	0	21,1	0,00	0
BRD	0	0	13,04	0,00	0
Griend	0	0	22,88	0,00	0
Delta	0	0	31,3	0,00	0
UK	0	0	371,64	0,00	0
Frankrijk	0	0	40,45	0,00	0
Totaal	0	0	937,61	0,00	

Land	N	N <sup>cor</sup>	S <sup>ring</sup>	%gewogen	%sd
1983 Kuikens:					
Denemarken	34	735,93	3108,85	23,67	20,43
DDR	0	0	1500,77	0,00	0
Zweden	0	0	658,73	0,00	0
Polen	0	0	4,12	0,00	0
BRD	1	21,65	3624,48	0,60	3,03
Griend	2	43,29	1487,7	2,91	6,86
Delta	0	0	950,88	0,00	0
UK	1	21,65	8456,78	0,26	0,57
Frankrijk	0	0	1375,98	0,00	0
Totaal	4	86,59	18059,44	0,48	

Land	N	N <sup>cor</sup>	S <sup>ring</sup>	%gewogen	%sd
1983 Adulte vogels:					
Denemarken	53	1147,21	1517,67	75,59	94,79
DDR	0	0	331,88	0,00	0
Zweden	0	0	12,18	0,00	0
Polen	0	0	23,44	0,00	0
BRD	1	21,65	14,49	149,41	0
Griend	0	0	25,42	0,00	0
Delta	0	0	34,78	0,00	0
UK	1	21,65	326,29	6,64	47,77
Frankrijk	1	21,65	45,47	47,61	28,65
Totaal	3	64,95	813,95	7,98	

Land	N	N <sup>cor</sup>	S <sup>ring</sup>	%gewogen	%sd
1982 Kuikens:					
Denemarken	30	705,88	3196,05	22,09	17,66
DDR	1	23,53	1377,22	1,71	10,15
Zweden	0	0	666,79	0,00	0
Polen	0	0	4,58	0,00	0
BRD	2	47,06	4027,2	1,17	1,53
Griend	1	23,53	1653	1,42	3,19
Delta	0	0	1054,91	0,00	0
UK	2	47,06	8609,43	0,55	1,09
Frankrijk	0	0	1528,87	0,00	0
Totaal	6	141,18	18922	0,75	

Land	N	N <sup>cor</sup>	S <sup>ring</sup>	%gewogen	%sd
1982 Adulte vogels:					
Denemarken	40	941,2	1264,3	74,44	52,79
DDR	0	0	331,75	0,00	0
Zweden	0	0	13,53	0,00	0
Polen	0	0	13,05	0,00	0
BRD	0	0	16,1	0,00	0
Griend	0	0	28,24	0,00	0
Delta	0	0	38,64	0,00	0
UK	0	0	287,54	0,00	0
Frankrijk	0	0	50,53	0,00	0
Totaal	0	0	779,38	0,00	

Land	N	N <sup>cor</sup>	S <sup>ring</sup>	%gewogen	%sd
1980 Kuikens:					
Denemarken	15	862,05	3172,73	27,17	22,61
DDR	0	0	1171,79	0,00	0
Zweden	0	0	751,24	0,00	0
Polen	0	0	0,46	0,00	0
BRD	5	287,36	5074,56	5,66	7,93
Griend	2	114,94	1710,81	6,72	9,43
Delta	0	0	1108,93	0,00	0
UK	0	0	8722,22	0,00	0
Frankrijk	0	0	1887,49	0,00	0
Totaal	7	402,3	20427,5	1,97	

Land	N	N <sup>cor</sup>	S <sup>ring</sup>	%gewogen	%sd
1980 Adulte vogels:					
Denemarken	15	862,05	1109,64	77,69	62,42
DDR	0	0	316,24	0,00	0
Zweden	0	0	16,7	0,00	0
Polen	0	0	3,33	0,00	0
BRD	0	0	20,81	0,00	0
Griend	0	0	34,87	0,00	0
Delta	0	0	47,71	0,00	0
UK	0	0	230,43	0,00	0
Frankrijk	0	0	62,38	0,00	0
Totaal	0	0	732,47	0,00	

*Bijlage 5. De afstand tussen de oude en de nieuwe broedkolonie van in Denemarken en in Nederland als kuiken en als adult geringde grote sterns. N = aantal teruggemelde sterns;  $N^{cor}$  = aantal terugmeldingen, gecorrigeerd voor de jaarlijkse ringinspanning;  $\%N^{cor}$  = percentage  $N^{cor}$ ,  $\Sigma N^{cor}$  = cumulatieve aantal gecorrigeerde terugmeldingen;  $\%\Sigma N^{cor}$  = cumulatieve percentage  $N^{cor}$ . De afstand is in categorieën ingedeeld (0 = 0 km, 25 = 1-50 km, 75 = 51-100 km verplaatst, etc).*

Afstand	N	$N^{cor}$	$\%N^{cor}$	$\Sigma N^{cor}$	$\%\Sigma N^{cor}$
Als kuiken in Denemarken geringde sterns					
0	89	302	18,3	302	18,3
25	103	298	18,1	600	36,5
75	101	299	18,2	899	54,6
125	149	416	25,3	1315	79,9
175	47	137	8,3	1452	88,2
225	23	69	4,2	1521	92,4
275	6	15	0,9	1536	93,3
325	10	26	1,6	1562	94,9
375	13	37	2,2	1599	97,2
425	5	14	0,9	1613	98,0
475	4	12	0,7	1625	98,7
525	1	2	0,1	1627	98,8
575	2	8	0,5	1635	99,3
625	1	4	0,2	1639	99,5
725	1	4	0,2	1643	99,8
825	1	2	0,1	1645	99,9
875	1	1	0,1	1646	100,0
Totaal	557	1646	100		

Afstand	N	N <sup>cor</sup>	%N <sup>cor</sup>	ΣN <sup>cor</sup>	%ΣN <sup>cor</sup>
Als adult in Denemarken geringde sterns					
0	207	10.918	36,7	10918	36,7
25	74	8077	27,2	18995	63,9
75	45	5231	17,6	24226	81,5
125	29	1608	5,4	25834	86,9
175	19	3207	10,8	29041	97,7
225	5	203	0,7	29244	98,4
275	5	174	0,6	29418	99,0
325	3	212	0,7	29630	99,7
375	4	92	0,3	29722	100,0
Totaal	391	29.722	100		

Afstand	N	N <sup>cor</sup>	%N <sup>cor</sup>	ΣN <sup>cor</sup>	%ΣN <sup>cor</sup>
Als kuiken in Nederland geringde sterns					
0	20	117	15,7	117	15,7
25	14	214	28,9	331	44,6
75	2	43	5,8	374	50,5
125	3	14	1,9	388	52,3
175	9	106	14,3	494	66,6
225	6	59	8,0	553	74,6
275	4	32	4,3	585	78,9
325	5	49	6,6	634	85,6
375	4	19	2,6	653	88,1
425	3	10	1,3	663	89,5
525	1	61	8,2	724	97,6
575	2	13	1,8	737	99,4
925	1	4	0,5	741	100,0
Totaal	74	741	100		



### Het bestellen van IBN-rapporten

IBN-rapporten kunnen besteld worden door overschrijving van het verschuldigde bedrag op gironummer 94 85 40 of banknummer 53.91.05.988 van het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen. Vermeld op de overschrijving het nummer van het gewenste IBN-rapport (en naam en afleveradres als die afwijken van de naam en adres op de overschrijving).

Gebruik geen verzamelgiro omdat het adres van de besteller niet op onze bijschrijving komt zodat het bestelde niet kan worden toegezonden.

Onderstaande lijst vermeldt alleen de rapporten die in 1996 en 1997 zijn verschenen. Een volledige lijst is op aanvraag gratis verkrijgbaar.

- 201 J. van den Burg 1996. Literatuurlijst van het groeiplaatseisenonderzoek met boomsoorten in Noord- en West-Europa. 37 p. f 30,-
- 202 B. Spaans, L. Bruinzeel & C.J. Smit 1996. Effecten van verstoring door mensen op wadvogels in de Waddenzee en de Oosterschelde. 134 p. f 50,-
- 203 G.J.M. Wintermans 1996. Versturende effecten voor vogels van de aanleg van een afvalwaterpersleiding (AWP-2) door het Markiezaat. 29 p. f 30,-
- 204 W.K.R.E. van Wingerden, R.J.M. van Kats & D.R. Lammertsma 1996. Een verkennende studie naar het voorkomen van de Moerassprinkhaan (*Stethophyma grossum* L.) in uiterwaarden. 53 p. f 40,-
- 205 E.A.P. Wieman & H. Hekhuis 1996. Deel A: Bedrijfseconomische consequenties en functie vervulling van kleinschalig bosbeheer; modelberekeningen en praktijksituaties 152 p. Deel B: Bijlagen. 194 p. Deze twee delen zijn niet afzonderlijk te bestellen. f 77,-
- 206 A. Oosterbaan & C.A. van den Berg 1996. Experimenteel onderzoek naar omvormingsmogelijkheden van douglas-monoculturen naar gemengd bos. 35 p. f 30,-
- 207 T.A. de Boer 1996. De effecten van waterrecreatie op de natuur in de Oosterschelde, Voordelta en Waddenzee: een literatuuronderzoek. 45 p. f 30,-
- 208 S.M.J.M. Brasseur & P.J.H. Reijnders 1996. De zeehond terug op z'n bank; een haalbaarheidsstudie voor het Brielse Gat. 31 p. f 30,-
- 209 H.J. Hekhuis & R.H.M. Peltzer 1996. Intensiteit van het recreatief bosgebruik in Overijssel; indelingscriteria en kosten. 63 p. f 40,-
- 210 M.E.A. Broekmeyer, A.P.P.M. Clerkx & H.G.J.M. Koop 1996. Bosdynamiek in het Norgersholt; tien jaar monitoring in een Hulst-Eikenbos. 112 p. f 55,-
- 211 W.A. Teunissen 1996. Ganzenschade in de akkerbouw; onderzoek naar factoren die een rol spelen bij het ontstaan van ganzenschade in de akkerbouw. 167 p. f 60,-
- 212 W. Schuring & P. Kolster 1996. Toepassing van plantaardige eiwitcoatings op bomen. 35 p. f 32,-
- 213 C.A. van den Berg & A. Oosterbaan 1996. De invloed van bodemvoorbereiding op natuurlijke verjonging van douglas en enkele andere soorten. 32 p. f 30,-

- 214 N. Dankers & G.J. M. Wintermans (red.). Exploratieboringen en ecologie; een bijdrage aan de MER van de NAM ten behoeve van de proefboringen naar aardgas in de Waddenzee en de Noordzeekustzone. 213 p. f 92,-
- 215 H. Siepel, J. Burgers, R.J.M. van Kats, D.R. Lammertsma & A.P. Noordam 1996. De bijdrage van verruigde akkerranden aan de biodiversiteit van het landelijk gebied in Zuidelijk Flevoland. 73 p. f 40,-
- 216 J.K. van Raffe 1996. Tactische bosbedrijfsplanning; methodiek en computerprogrammatuur voor de planning van maatregelen en middelen. 129 p. f 50,-
- 217 A.P.P.M. Clerkx, M.E.A. Broekmeyer, P.J. Szabo, A.F.M. van Hees, L.J. van Os & H.G.J.M. Koop 1996. Bosdynamiek in bosreservaat Galgenberg. 137 p. f 55,-
- 218 G.P. Gonggrijp 1996. Indelings- en waarderingsmethode voor aardkundige waarden. 95 p. f 43,-
- 219 H.G.J.M. Koop, L.J. van Os & A.P.P.M. Clerkx 1996. Start monitoringsysteem natuurtechnisch bosbeheer. 75 p. f 40,-
- 220 A. van den Ham & G. Kolkman 1996. Inzet van een tendersysteem bij de SBL-regeling. 45 p. f 30,-
- 221 J.J. Jansen, J. Sevenster & P.J. Faber 1996. Opbrengsttabellen voor belangrijke boomsoorten in Nederland. 202 p. f 52,50
- 222 S.P. Tjallingii, J.H. Spijker & J.F. Jonkhof 1996. Ecologische ontwikkelingsvisie op beheer en inrichting van de stadswateren in Amstelveen. 107 p. f 50,-
- 223 E.J. Dik 1996. Herziene spilhout-volumefuncties van enkele boomsoorten; tabellen, omrekening naar werkhoutvolume, bastpercentages en verloop van de diameter in de stam. 52 p. f 40,-
- 224 J. van den Burg 1996. Beworteling van boomsoorten in Nederlandse bossen. 66 p. f 40,-
- 225 W. Schuring, C. Das & P.W. Goedhart 1996. Het verplanten van laanbomen met naakte wortel in voor- en najaar; toepassing van wortelsnoei in de aanlegfase. 50 p. f 30,-
- 226 A.T. Kuiters, G.W.T.A. Groot Bruinderink & C.B. de Jong 1996. De dieetkeus van damhert, ree en enkele andere herbivoren in de duinen van Zuid-Kennemerland. 53 p. f 40,-
- 227 J. Veen, L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans 1996. Evaluatie van het beheer van de zilverbreeuwpopulatie op Schiermonnikoog in 1986-1995. 73 p. f 40,-
- 228 L.W.G. Higler & Tj.H. van den Hoek 1996. Monitoring onderzoek Hierdense beek 1995. 40 p. f 30,-
- 229 P.J.M. Bergers & P.F.M. Opdam (red.) 1996. Versnippering en populaties: een verklarende woordenlijst. 25 p. f 30,-
- 230 N.H. Edelenbosch 1996. Ex-post-evaluatie van bosuitbreidingsbeleid in Nederland over de periode 1990-1995. 62 p. f 44,-
- 231 J.G. de Molenaar 1996. Gedomesticeerde grote grazers in natuurterreinen en bossen: een bureaustudie. I. De werking van begrazing. 221 p. f 70,-
- 232 P.F.M. Verdonshot, J.A. Schot & M.W. van den Hoorn 1996. *Astacus astacus*; leefomstandigheden in de Rozendaalse beek en de Beekhuizen-se beek. 86 p. f 40,-
- 233 G.W.W. Wamelink & H.F. van Dobben 1996. Schatting van responsies van soorten op de milieufactoren vocht, pH en macronutriënten: een aanzet tot calibratie van Ellenbergs indicatiegetallen. 109 p. f 50,-

- 234 P.F.M. Verdonshot, W. Cellarius & M.W. van den Hoorn 1996. Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijkswen 9; monitoring van veensteekmuggen in 1995. 27 p. f 30,-
- 235 J.A. Schot & P.F.M. Verdonshot 1996. *Astacus astacus*; een ecologisch profiel gebaseerd op informatie uit de literatuur. 107 p. f 50,-
- 236 P.J. Szabo, A.P.P.M. Clerkx & M.E.A. Broekmeyer 1996. De bosstructuur en bossamenstelling van bosreservaat 'Galgenberg' in 1988. 70 p. f 40,-
- 237 P.F.M. Verdonshot 1996. Migratie van beekmacrofauna en beekvissen; migreerbaarheid van een gesloten of open afleiding van de Schuitenbeek. 85 p. f 40,-
- 238 D.A. Jonkers 1996. Zendmasten en vogels: mogelijke gevolgen van verplaatsing van zendmasten in IJsselstein. 58 p. f 40,-
- 239 D.A. Jonkers 1996. De effecten van plaatsing van zendmasten in de Polder Broek (gemeente IJsselstein); een verkennend-evaluerende, biologisch-ecologische studie. 37 p. f 30,-
- 240 J.B. den Ouden, M. Vocks, M.E.A. Broekmeyer & H.G.J.M. Koop 1996. A-locatie bossen in Gelderland; kenschets, beoordeling en adviezen met betrekking tot behoud en ontwikkeling van relictten van inheemse bosgemeenschappen in de provincie Gelderland. 346 p. f 75,-
- 241 J.K. van Raffe 1996. Funtioneel en technisch ontwerp Tactic; een computerprogramma voor de tactische bosbedrijfsplanning. 75 p. f 40,-
- 242 W. Schuring & P.W. Goedhart 1996. Huidmondjesweerstand van wilg en populier. 61 p. f 42,-
- 243 A. Oosterbaan, L.G. Moraal & C.A. van den Berg 1996. De invloed van bandnecrose op de groei en vitaliteit van grove den. 17 p. f 20,-
- 244 J. van den Burg 1996. Methoden en criteria met betrekking tot mineralengiften en bekalking in bosopstanden; een terugkoppeling van bosbestedingsadviezen naar het onderzoek. 133 p. f 50,-
- 245 J.G. de Molenaar, D.A. Jonkers & G. Kolkman 1996. Gaasterland: een verkenning van actuele en potentiële natuur- en landschapswaarden en hun mogelijke beheersvormen. 71 p. f 40,-
- 246 J.C.A.M. Bervaes, H.J.J. Kroon, G.F.P. Martakis & D.C. van der Werf 1996. Een model voor het gebruik van de groene ruimte in stadslandschappen (Fase I). 100 p. f 51,-
- 247 A.H.J. Segeren 1996. Recreatiebeheer in bos-en natuurgebieden. 49 p. f 30,-
- 248 G.J. Nabuurs, G.M.J. Mohren & M.F.F.W. Jans 1996. Kosteneffectiviteit van koolstofvastlegging in bos. 50 p. f 31,50
- 249 L.W.G. Higler (red.) 1996. Natuur in het water: van exploitatie naar bescherming. 68 p. f 43,-
- 250 I.M. Bouwma, E.A.P. Wieman, A. Oosterbaan & H.G.J.M. Koop 1997. Omvorming van fijnspar naar multifunctioneel bos. 74 p. f 40,-
- 251 P.F.M. Verdonshot, J.A. Schot & H.G. Mosterdijk 1996. Bronnen in Noord- en Midden-Limburg; ligging en globale karakterisering. 234 p. f 103,-
- 252 G.W.T.A. Groot Bruinderink 1996. Terreingebruik door pony's, runderen, edelherten, reeën en wilde zwijnen in enkele Veluwe bos- en heidegebieden van de Vereniging Natuurmonumenten. 55 p. f 52,-
- 253 J.C.A.M. Bervaes, A. Oosterbaan, J. Kopinga, C.A. van den Berg & R. Wegman 1996. Het beheer van het bomenbestand van Park Randenbroek in Amersfoort. 41 p. f 43,-

- 255 G.W.W. Wamelink, H.F. van Dobben, J.R.M. Alkemade & J. Wiertz 1997. Maaigevoeligheid van de Nederlandse flora; aanvulling van de door Briemle & Ellenberg (1994) geschatte indicatiegetallen. 55 p. f 41,50
- 256 G.J. Nabuurs, K. Kramer & G.M.J. Mohren 1997. Effecten van klimaatverandering op het Nederlandse bos en bosbeheer. 55 p. f 48,-
- 257 M.E.A. Broekmeyer & A.P.P.M. Clerkx 1997. Vegetatie en bosstructuur van het bosresevaat De Zwarte Bulten. 77 p. f 45,-
- 258 W.K.R.E. van Wingerden, F.A. Bink, D.A. Jonkers, F.J.J. Niewold & A.L.J. Wijnhoven 1997. Gedomesticeerde grote grazers in natuurterreinen en bossen: een bureaustudie. II. De effecten van begrazing. 128 p. f 51,50
- 259 J. Verboom, P.C. Luttikhuizen & J.T.R. Kalkhoven 1997. Minimumarealen voor dieren in duurzame populatienetwerken. 49 p. f 31,50
- 260 P.A.M. Visschedijk 1997. Kaarten recreatiegebieden compensatiebegin-sel. 72 p. f 41,50
- 261 G.M. Dirkse 1997. Vegetatiekartering van de Schinveldse bossen en de Brunssummerheide in 1996. 100 p. f 47,50
- 262 P.J.M. Bergers 1997. Versnippering door railinfrastructuur; een verkennen-de studie. 68 p. f 40,-
- 263 T. Schavemaker, N. Brink, J.W.M. Langeveld, E. Murris, J. Nieuwenhuis & K. Vos 1997. Onderzoek naar de plaats van het groene vakgebied binnen de gemeentelijke organisatie. 35 p. f 31,50
- 264 A.H.J. Segeren & P.A.M. Visschedijk 1997. Het recreatief gebruik van SBB-terreinen in de regio Brabant-West. 79 p. f 40,-
- 265 J. van Asten, A. Augustijn-van Buren, B.J. Galjaard, D.A. van der Heij, C. Jochimsen, H.D. van der Kamp & J. van Reijendam 1997. Groencompen-satie in de gemeenten; startnotitie. 31 p. f 31,50
- 266 M.E. Sanders, A.M. Schmidt, A.J. Griffioen & G. van Wirdum 1997. Karte-ring van de vegetatiestructuur van de Weerribben. 78 p. f 57,-
- 267 H. Koop, L.J. van Os & A.P.P.M. Clerkx 1997. Start monitoring omvor-mingsbeheer Staphorst. 55 p. f 42,-
- 268 N.H. Edelenbosch & R.A.M. Schrijver 1997. Ex-ante-evaluatie van bosuit-breiding door agrariërs; de haalbaarheid van het bebossingsbeleid op landbouwbedrijven. 125 p. f 50,-
- 269 H.J.M. Goverde, J. Wissershof, E.K. Dijkstra & R.A.M. Tilmans 1997. Bestuurlijke Evaluatie Strategische Groenprojecten Natuurontwikkeling. 118 p. f 50,-
- 270 J. van den Burg 1997. Groei en groeiplaats van de Grove den en de Corsicaanse den in Nederland. 91 p. f 40,-
- 271 J.K. van Raffe, P.J.W. Hinssen, N.W.J. Borsboom & H.G. Six Dijkstra 1997. Instrumentarium bosbedrijfsvoering; een onderzoek naar de beschikbaarheid van en de behoefte aan computerprogrammatuur ter ondersteuning van de bedrijfsvoering van Nederlandse bosbedrijven. 71 p. Supplement. 56 p. Deze twee delen zijn niet afzonderlijk te bestellen. f 50,-
- 272 J.B. den Ouden, M.E.A. Broekmeyer & H.G.J.M. Koop 1997. A-locatie bossen in Overijssel; kenschets, beoordeling en adviezen met betrekking tot behoud en ontwikkeling van relictten van inheemse bosgemeenschappen in de provincie Overijssel. 229 p. f 70,-
- 273 J. van den Burg 1997. Groei en groeiplaats van Japanse lariks, Abies grandis en Tsuga heterophylla in Nederland. 68 p. f 40,-
- 274 D.M. Pronk, T.A. de Boer & H.W.J. Boerwinkel 1997. Aantrekkingskracht van parken op stadsniveau. 129 p. f 53,-

- 275 K.S. Dijkema, N.M.J.A. Dankers, G.J.M. Winternans, J.C.A.M. Bervaes & D.C. van der Werf 1997. Compensatie voor gaswinning in het grensgebied met de Waddenzee: visie op een rol voor natuurontwikkeling. 55 p. f 41,50
- 276 K.S. Dijkema, N.M.J.A. Dankers, G.J.M. Winternans, J.C.A.M. Bervaes & D.C. van der Werf 1997. Bodemdaling en waterhuishouding in Groningen: visie op een grotere rol voor natuurontwikkeling. 41 p. f 31,50
- 277 F.J.J. Niewold 1997. De fauna van het Dwingelderveld: recente ontwikkelingen en een faunabeheerplan. 98 p. f 40,-
- 278 C.L.M. Spinnewijn & T.A. de Boer 1997. 'Water trekt'; Een kwalitatief onderzoek naar gebruik en beleving van het water in de Waterwijk in Almere. 75 p. f 50,-
- 279 A.P.P.M. Clerkx & M.E.A. Broekmeyer 1997. Bosdynamiek in Noordhout; Tien jaar monitoring van een Wintereiken-Beukenbos. 95 p. f 50,-
- 280 J.K. van Raffe 1997. Handleiding Tactic; Een computerprogramma voor de tactische bosbedrijfsplanning. 46 p. f 30,-
- 281 P.A. Slim & H.F. van Dobben 1997. De Baten van Vegetatiebeheer. 59 p. f 41,50
- 282 J.C.A.M. Bervaes, D.M. Pronk & T.A. de Boer 1997. Recreatie in de Dordwijkzone. 115 p. f 51,50
- 283 I.M. Bouwma & A.F.M. Olsthoorn 1997. Weerstandsverhogende maatregelen in bossen. 67 p. f 40,-
- 285 C.B. Bussink, E.A.P. Wieman & A.F.M. Olsthoorn 1997. Verwachting en knelpunten van kleinschalig bosbeheer; een enquête onder bosteigenaren en bosbeheerders. 144 p. f 51,50
- 286 J. van den Burg 1997. Groei en groeiplaats van de fijnspar en de Sitkaspar in Nederland. 79 p. f 41,50
- 287 J.G. de Molenaar, D.A. Jonkers & R.J.H.G. Henkens 1997. Wegverlichting en natuur; I. Een literatuurstudie naar de werking en effecten van licht en verlichting op de natuur. 293 p. f 70,-
- 288 A.P.P.M. Clerkx, M.E.A. Broekmeyer & P.J. Szabo 1997. Bosstructuur en vegetatie van het bosreservaat Drieduin 1. 55 p. f 43,-
- 289 W.C. Ma, H. Siepel & J.H. Faber 1997. Onderzoek naar mogelijke ecotoxicologische effecten van bodemverontreiniging in de uiterwaarden op de terrestrische invertebratenfauna. 79 p. f 42,-
- 290 P. Filius 1997. Institutioneel draagvlak voor natuur. 87 p. f 49,-
- 291 W. Kuindersma, G.J. Zweegman & J.P.P. Hinssen 1997. Van beleidsprestaties naar oorzaken; Natuurbeleid is mensenwerk. 185 p. f 61,50
- 292 H. Schekkerman 1997. Graslandbeheer en groeimogelijkheden voor weidevogelkuikens. 92 p. f 40,-
- 293 J.W.M. Langeveld, S.P. Tjallingii & L. Bus 1997. Stroomland; Netwerken van verkeer en water als dragers voor ruimtelijke ontwikkeling. 99 p. f 50,-
- 294 R. Pouwels 1997. Effecten van habitatverarming op het broedsucces van insectenetende vogels: het stoelpotenmodel. 53 p. f 40,-
- 297 G.F.C. van Leiden 1997. Openstelling en toegankelijkheid van het agrarisch gebied. 108 p. f 53,-
- 298 G. van Wirdum & V. Joosten 1997. De proef 'Grondwater als bron' in De Weerribben; Basisrapport over de periode 1989-1995. 145 p. f 56,-
- 302 A. Brenninkmeijer & E.W.M. Stienen 1997. Migratie van de grote stern *Sterna sandvicensis* in Denemarken en Nederland. 57 p. f 40,-
- 303 J. van den Burg 1997. Groei en groeiplaats van de beuk in Nederland. 60 p. f 40,-

- 304 C.J. Grashof 1997. Verbindingszones en algemene natuurwaarden in het middengebied van de Achterhoek; Een verkenning van enkele scenario's 57 p. f 48,-
- 305 A.P.P.M. Clerkx, M.E.A. Broekmeyer & P.J. Szabo 1997. Bosstructuur en vegetatie van het bosreservaat Drieduin 2. 64 p. f 47,-